

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra informačních technologií a technické výchovy

Vojtěch Hlavsa

Webové stránky pro podporu výuky principů digitální fotografie

Web based application for learning digital photography principles

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PhDr. Josef Procházka, Ph.D.

Praha 2011

Anotace

Úkolem této bakalářské práce je vytvořit webové stránky pojednávající o základních principech digitální fotografie. Tomuto cíli předchází zmapování dostupných zdrojů těchto informací na internetu a posouzení do jaké míry jsou dané zdroje směrodatné a aktuální. Klíčovou fází této práce je pak rozpracování vybraných principů teoretickou formou a jejich doplnění praktickými ukázkami. To vše v rozdělených částech určených právě pro podporu výuky vybraných principů.

Výsledkem práce jsou pak samotné webové stránky předkládající dané principy uchopitelnou formou a umožňující komentáře návštěvníků za účelem získávání zpětné vazby a podnětů k budoucímu rozšiřování.

Klíčová slova

digitální fotografie, webová aplikace, objektiv, fotoaparát

Annotation

The main goal of this bachelor thesis is the creation of web based application containing the basic principles of digital photography. What precedes this goal is mapping easily accessible sources on the Internet and finding out the extent to which they are conclusive and up to date. The crucial phase of this thesis is the theoretical elaboration of chosen principles and supplementing them with practical illustrations. All that in seizable parts designed to support learning of digital photography principles.

The result of this thesis is mainly the website itself, containing both theoretical and practical view on defined principles and allowing viewers to comment everything in order to gain feedback and impulses for additional extensions.

Key Words

digital photography, web based application, camera, lens

Poděkování

Touto cestou bych rád upřímně poděkoval vedoucímu mé práce, PhDr. Josefu Procházkovi, PhD., za mnoho cenných rad a možnost pracovat na tématu, které je mi velice blízké. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, za úžasné zázemí a neutuchající podporu, a přátelům, se kterými jsem měl tu čest sdílet strasti i slasti studentského života.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a výhradně za použití zdrojů uvedených na konci práce.

V Praze dne

Vojtěch Hlavsa

Obsah

Obsah.....	5
Úvod.....	7
1 Dostupné zdroje na internetu zabývající se principy digitální fotografie.....	9
1.1 Představení vybraných webových serverů v abecedním pořadí.....	10
1.1.1 Dfklub.cz.....	10
1.1.2 Digineff.cz.....	11
1.1.3 Digiarena.cz.....	12
1.1.4 Digimanie.cz.....	13
1.1.5 Fotoaparát.cz.....	13
1.1.6 Fotografovani.cz.....	15
1.1.7 Fotoroman.cz.....	15
1.1.8 Grafika.cz.....	17
1.1.9 Idif.cz.....	18
1.1.10 Paladix.cz.....	18
1.2 Shrnutí.....	19
2 Vybrané principy digitální fotografie.....	20
2.1 Objektiv a optická soustava fotoaparátu.....	22
2.1.1 Ohnisková vzdálenost.....	22
2.1.2 Konstrukce objektivů.....	26
2.1.2.1 Objektivy se zoomem.....	27
2.1.2.2 Objektivy s pevným ohniskem.....	28
2.1.2.3 Tilt-shift objektivy.....	29
2.1.3 Bajonet objektivu – systémy a standardy digitálních zrcadlovek.....	32
2.1.3.1 Jednotlivé systémy digitálních zrcadlovek.....	32
2.1.3.2 Dodatek.....	35
2.1.4 Clona – clonové číslo, světelnost a hloubka ostrosti	35

2.2 Před sklopením zrcátka – mechanismus ostření a měření expozice.....	40
2.2.1 Zrcátko.....	40
2.2.1.1 Pomocné zrcátko.....	41
2.2.2 Hledáček.....	42
2.2.2.1 Matnice.....	43
2.2.2.2 Optický hranol.....	44
2.2.2.3 Měření expozice.....	44
2.2.3 Systém automatického ostření.....	45
2.2.3.1 Pomocná čočka.....	46
2.2.3.2 Senzor pro autofocus.....	46
2.3 Po sklopení zrcátka – pořizování fotografie.....	49
2.3.1 Závěrka.....	49
2.3.2 Sada filtrů před senzorem.....	52
2.3.3 Světlocitlivý snímač.....	53
2.3.3.1 Druhy.....	55
2.3.3.2 Citlivost.....	61
2.3.3.3 Crop factor.....	62
3 Technologie využité ke tvorbě webové aplikace.....	67
Závěr.....	69
Použitá literatura.....	70
Použité zdroje.....	70
Přílohy.....	72

Úvod

Tak, jako veškeré aspekty lidského života, i vzdělávání a učení prochází neustálým vývojem, aby dokázalo udržet krok s okolím a zachovalo si jistou atraktivitu pro všechny, kdo touží po libovolné formě vzdělání. Stále častěji se při výuce setkáváme s využitím informačních a komunikačních technologií, což zajisté nadmíru vyhovuje především mladší generaci, která se v počítačovém prostředí, mnohdy v pomyslném souboji s učitelem, orientuje stále lépe.

Dnešní učitelé a lektori jsou zvyklí využívat ke své výuce interaktivních prezentací, digitálních či digitalizovaných materiálů, internetové komunikace či webových aplikací. Jejich nespornou výhodou je možnost přístupu kdykoliv a z jakéhokoliv místa připojeného k internetu bez nutnosti zásahu vyučujícího, nehledě na interaktivitu, která mnohdy hravým způsobem činí dané prostředí pro studenty výrazně atraktivnějším. Právě touto cestou se mohou studenti kdykoliv vrátet k libovolnému bodu svého studia zcela nezávisle. Dalším faktorem, posouvajícím tento způsob podpory výuky o několik kroků dále, je možnost zpětné vazby a neustálých aktualizací. V případě tištěné knihy či skript je po jejich vytištění příliš pozdě na drobné změny či stručná doplnění a v případě že se v textu jistá nesrovnalost vyskytne, nezbyvá autorovi než vyčkat, zdali nedostane možnost vydat aktualizovanou a opravenou verzi své původní publikace. U webové aplikace ale není nikdy pozdě cokoliv pozměnit, doplnit či vylepšit a vyučující tak může svým studentům neustále poskytovat aktuální informace, což mnozí, zvyklí na často až archaické studijní materiály, zaručeně ocení.

Tímto způsobem jsem, doufejme, zodpověděl případnou otázku „Proč webová aplikace?“ a nezbyvá než se zaměřit i na otázku druhou, tedy „Proč digitální fotografie?“

Digitální fotografie a obzvláště jakákoliv forma její výuky je většinou spojována s výtvarnou výchovou, což se mně, jakožto člověku neschopnému vytvořit bez kružítko či pětikoruny symetrické kolečko, vždy poněkud přičilo a značně tento fakt zkomplikoval (či naopak zjednodušil?) výběr, jakým se bude po střední škole ubírat mé další studium. Nezbyvalo tedy, než se obrátit

na webové stránky zabývající se digitální fotografií a případně i tištěné publikace. V té době zde jsem ale došel k poznání, že články pojednávající o základních principech digitální fotografie jsou na většině těchto stránek zastaralé, zmatené či ztracené hluboko v archivech daného webového sídla. Nikde jsem však nenalezl webovou aplikaci, která by zájemce těmito principy provedla a pomohla mu pochopit vznik digitální fotografie od chvíle před stiskem spouště až po výstup ve formě dat na paměťové kartě.

A právě z tohoto důvodu se ji pokusím vytvořit.

1 Dostupné zdroje na internetu zabývající se principy digitální fotografie

Při vyhledávání dat dostupných na internetu se často setkáváme s různými články pojednávajícími o rozličných principech digitální fotografie, avšak mnohé z nich, dostupných v českém jazyce, jsou zastaralé či neúplné a některé dokonce zavádějící. Přestože žádný z nalezených zdrojů není určen přímo k výuce těchto principů, nelze říci, že by nebylo možné nalézt srozumitelné a přesné informace. Mnohdy je ale zapotřebí dlouhého hledání a pátrání v archivech daných webů a pozdějšího ověřování, do jaké míry jsou dané informace aktuální a směřodatné.

Aby bylo pokryto co možná nejširší spektrum webových stránek s touto tematikou, bylo zapotřebí získat adresy serverů několika rozličnými způsoby. Prvním z nich byla samozřejmě vlastní zkušenost, díky které se v našem seznamu mapovaných stránek objeví servery fotoaparát.cz, fotografovani.cz, photoextract.com a grafika.cz.

Další cestou bylo zjištění návštěvnosti jednotlivých fotografických serverů. Za použití systémů TopList a NaVrcholu, mapujících návštěvnost jednotlivých webů, se potvrdila stránkám fotoaparát.cz jejich výsadní pozice v prostředí českého internetu a dále do seznamu přibyly servery dfklub.cz a digimanie.cz.

Třetím způsobem, jakým našly jednotlivé stránky cestu do našeho seznamu, jsou výsledky vyhledávačů Google a Seznam, které podle internetových průzkumů patří v České republice jednoznačně k nejvyužívanějším. To vedlo k zařazení webů digineff.cz, digiarena.e15.cz a idif.cz a potvrzení pozic pro dfklub.cz, fotoaparát.cz, fotografovani.cz a grafika.cz.

Posledním, ale neméně důležitým, způsobem bylo oslovení samotných návštěvníků těchto webů. Na jejich doporučení byly do seznamu přidány webové stránky fotoroman.cz a paladix.cz. Ostatní uváděné již byly do seznamu zařazeny dříve nebo nepojednávají do žádné míry o principech digitální fotografie.

1.1 Představení vybraných webových serverů v abecedním pořadí

Vybrané webové aplikace mají své výhody i nevýhody, na které se na následujících řádcích blíže zaměříme. Hlavní kritéria, o která se nám v tuto chvíli jedná, je dostupnost požadovaných informací, jejich snadná dohledatelnost v prostředí daných webových stránek, aktuálnost nalezených článků a samozřejmě i názornost a srozumitelnost, ideálně i doložení představovaných principů na příkladech a ukázkách.

1.1.1 Dfklub.cz

Jako první z výše uvedených se nám představuje webový server www.dfklub.cz. Z podtitulu těchto stránek, které se nejspíše objeví vysoko ve výsledcích vyhledávačů, pakliže zde hledáme cokoliv, co se digitální fotografie týče, návštěvník pochopí, že se jedná o stránky tzv. *klubu digitální fotografie*.

Hlavní dominantou je zde fotogalerie, kam mohou zájemci nahrávat své fotografie a navzájem svou tvorbu komentovat a hodnotit. V hlavním menu se vedle odkazů na fotogalerii a fórum nachází i odkaz na články, kde by nejspíš každý návštěvník hledal řadu poznatků týkajících se digitální fotografie. Bohužel zde ale tento server neuniká jakémusi zavedenému standardu a uvádí článek za článkem a to bez jakéhokoliv rozčlenění do kategorií. Vzhledem k faktu, že na stránce chybí možnost vyhledávání, je snaha o nalezení jakýchkoliv konkrétních informací poměrně nepříjemná a zdlouhavá, nehledě na to, že články technického rázu, viz. *Co koupit: digitální fotoaparát, nebo se držet kinofilmu?* se ztrácejí mezi reportážemi z výletů členů zdejšího klubu. Nutno také podotknout, že starší články nejsou nijak aktualizovány, takže informace v nich uváděné jsou mnohdy až osm let staré a tudíž na ně nelze brát v nejmenším zřetel. Čtenář se zde například dozví, že si má pořídit digitální fotoaparát s rozlišením 2 Mpx, ale že je stále levnější fotit analogově na kinofilm. Takovéto informace jistě nepatří k těm, které by návštěvník podobných serverů měl či chtěl vstřebávat.

Články na www.dfkclub.cz tedy rozhodně nejsou místem, kam by měl začínající fotograf, vyhledávající informace o svém koníčku, zavítat. V případě zdejšího fóra je situace velice podobná, jediným zlepšením se zdá být možnost vyhledávání. Zpravidla ale směrodatnější příspěvky uživatelů obsahují odkaz na jinou z mapovaných webových stránek.

1.1.2 Digineff.cz

V tomto případě je podtitulem stránky *internetový průvodce digitální fotografií Ondřeje Neffa*. Ondřej Neff je v České republice poměrně známým autorem článků a knih pojednávajících o digitální fotografii. Sám pořádá semináře o práci s fotoaparátem a o výuku principů digitální fotografie se tedy snaží, tudíž by jeho webové stránky mohly být výrazně přínosnější, než jak tomu bylo v případě stránek Klubu digitální fotografie. Problémem ale může být fakt, že jméno Ondřej Neff samo o sobě rozděluje návštěvníky webů a seminářů o digitální fotografii na dva tábory. Jeden z nich s jeho názory a pohledy souhlasí a druhý naopak hlasitě protestuje proti schopnostem Ondřeje Neffa a označuje jím předkládané informace za nepřesné či zavádějící. Nezbyvá tedy, než si udělat pohled vlastní.

V celém prostoru tohoto webu je dosti citelné komerční zaměření autora a již na hlavní stránce lze napočítat na osm reklam, které působí samy o sobě značně rušivým a nepříjemným dojmem. Na okamžik může také zmást umístění prvků menu zcela nahoru nad hlavičku, kde návštěvník takto klíčový prvek stránek zpravidla intuitivně nehledá. Po krátkém zorientování je ale možné nalézt sekci *Co je co*, kde jsou abecedně seřazeny různé pojmy z oblasti digitální fotografie.

Bohužel se ale nejedná v žádném směru o vyčerpávající články, ale spíše jakási nastínění celé problematiky, mnohdy doplněná pouze o ilustrační obrázek, který žádným způsobem nepřibližuje daný pojem návštěvníkovi. Dalším zásadním problémem, na který lze u většiny článků narazit, je jejich zastaralost. Mnohé z nich zjevně vznikly již při tvorbě této stránky a od té doby zůstaly nedotčeny. Například článek o CMOS čípech je z března roku 1999, což je v době psaní této práce 11 let. Návštěvník, který tedy s největší pravděpodobností vyhledává

informace aktuální, se zde například dočte, že snímače CCD budou vždy složité a drahé, zatímco CMOS mají špatný obraz. Pokud tyto informace návštěvníka neuspokojí a bude se chtít o světlocitlivých senzorech dovědět něco více, bude nucen se poohlédnout jinde.

Některé články mají úroveň vyšší, některé nižší, jisté jsou dokonce spíše jakousi obhajobou zřejmě dříve vyslovených názorů, podepřených podivnou argumentací. Například zde autor uvádí, že aberace, neboli barevná vada, je přeceňovaným nedostatkem, jelikož při zobrazení na monitoru je fotka natolik zmenšená, že je aberace prakticky nepatrná. V takové chvíli zřejmě autor nepočítá s možností výřezu či tisku na větší plochu. Celkově tedy vysvětlení pojmů na stránce digineff.cz v žádném případě neobstálo. Informace jsou velice zastaralé, mnohé dokonce leží nepozměněny déle než deset let, často jsou nepřesné či přespříliš zjednodušované a vždy se drží pouze na povrchu dané problematiky. K podpoře výuky principů digitální fotografie je tedy server digineff.cz zcela nevhodný.

1.1.3 Digiarena.cz

Digiarena.cz, či digiarena.e15.cz jsou domény, na kterých nalezneme stránky pyšící se podtitulem *O fotografování víme vše*. Bohužel se zřejmě jedná spíše o reklamní slogan, jelikož ani v sekci *Fotoškola* nebylo možné narazit na jakoukoliv zmínku o tom, jak digitální fotoaparát vlastně funguje. Na místo toho narazí návštěvník této sekce jak na praktické články popisující jaké zvolit ohnisko pro jaké fotografie (avšak nezmiňuje, co vlastně ono ohnisko představuje), jak fotit sporty či svatby, tak i články o tom, jak vyměnit nudnou oblohu na naší fotografii za zajímavější z internetu, jak co nejefektivněji retušovat, jak na HDR a podobné návody, spíše grafického než fotografického ražení.

Webová stránka digiarena.cz se tedy žádným způsobem nepokouší přiblížit svým návštěvníkům teorii fungování digitálního fotoaparátu, ale spíše se dělí o rady týkající se samotného fotografování a především pozdějších úprav digitálních fotografií v počítači.

1.1.4 Digimanie.cz

Tyto, poměrně přehledné a příjemné stránky, se nepyšní žádným megalomanským titulkem. Předchozí zkušenost ale napovídá, že na obsah či výslednou kvalitu tento faktor skutečně nemá nejmenší vliv. V menu se pod kolonkou technologie skrývá několik článků, které svou kvalitou prozatím patří k tomu nejzajímavějšímu, co bylo možno v českém jazyce dohledat. Mnohé z těchto článků jsou bohužel staršího data, většina pochází z roku 2003. To však u článků o optice, vadách obrazu, fungování snímačů CCD, SuperCCD, CMOS či Foveon X3 není až tak výraznou překážkou, jelikož základní principy zůstávají stále stejné.

Ve článcích ze série *Digitální fotoaparát*, pod kterými je uvedeno jméno Davida Dvořáka, je vše srozumitelně uspořádáno a po drobných aktualizacích a doplnění by zde tedy bylo možné hledat informace o následujících principech:

- čočka
- ohnisková vzdálenost
- optické vady
- optika
- světelnost objektivu
- světlocitlivé snímací prvky

Co zde bohužel chybí, jsou jakékoliv praktické příklady či ukázky. V daných článcích nenalezneme jedinou fotografii, na které by byl daný jev prezentován, což osobně považuji za značný nedostatek, jelikož právě zmíněné vady obrazu jsou pro člověka, co se v této problematice snaží teprve zorientovat, bez přiložené ukázky, věcí těžko uchopitelnou.

1.1.5 Fotoaparát.cz

Server fotoaparát.cz patří na české internetové scéně rozhodně k největším a nejznámějším serverům o digitální fotografii. Má vlastní, velice

rozsáhlou fotogalerii, blog, pořádá výstavy a kurzy klasické i digitální fotografie a jednou z mnoha rubrik, kterou zde nalezneme, je takzvaná *FotoŠkola*. První článek z této rubriky týkající se digitální fotografie nese název *Jak funguje digitální fotoaparát?* Bohužel se ale taktéž drží zaběhlé tradice a je tedy notně zastaralý. V tomto případě je tomu devět let, co jej autor vložil do zdejší FotoŠkoly a od té doby zde leží ladem. Tento fakt je značně citelný, jelikož autor často porovnává digitální s kinofilmovým fotoaparátem, tudíž uvádí problémy s malou rychlostí a nedostatečným rozlišením a nezmiňuje jiné senzory, než CCD. Komentář od jednoho z návštěvníků, upozorňujícího na zastaralé informace bohužel zůstal nevyslyšen.

Některé články, psané původně pro analogové fotoaparáty, však lze i nadále využít. Články *Základní charakteristiky objektivů*, *Hloubka ostrosti* a *Hloubka ostrosti a clona* hezkým a srozumitelným způsobem předkládají fungování objektivů a principy, se kterými se u objektivů setkáme. Mnohé principy jsou doplněny praktickými ukázkami, ze kterých je vše snadno pochopitelné. Z těchto článků Adama Macenauera lze rozhodně čerpat při vyhledávání informací o následujících principech:

- ohnisková vzdálenost / úhel záběru
- světelnost objektivu
- hloubka ostrosti
- clonové číslo

Dalšími zajímavými články od stejného autora jsou pak *Formáty dat pro digitální fotografie* a *Interpolace a komprese obrazových dat*, kde jsou zajímavým způsobem popsány možnosti uložení digitálního obrazu a ztrátové i bezztrátové komprese, jaké se při ukládání těchto souborů používají.

Mezi novějšími články najdeme i takové, které jsou přímo zaměřené na senzory CCD či CMOS, jsou však zcela neaktuální a nedosahují názornosti a jednoduchosti obdobných článků na serveru digimanie.cz.

1.1.6 Fotografovani.cz

Další z hlavních českých serverů zabývajících se digitální fotografií sídlí pod doménou fotografovani.cz. Stejně jako tomu bylo u některých z výše uvedených, i tento server má svou vlastní fotogalerii, kde mohou návštěvníci navzájem hodnotit své fotografické snažení, dále se zabývá novinkami ze světa digitální fotografie a přináší mnohé recenze rozličných produktů a návody k fotografování za využití pestré škály rozdílných postupů a technologií.

K samotným principům digitální fotografie zde ale vede poměrně složitá cesta. Pod kolonkou *fotopraxe* se v menu objeví položka *Základní postupy*, kde na návštěvníka čeká přes deset stran různých článků a je tedy potřeba buď zcela přesně vědět, co hledat nebo se probírat jednotlivými články a zastavit se u čehokoliv, co návštěvníka zajímá. Takovéto řešení není zrovna nejšťastnější, jelikož trvá dlouhou dobu, než se člověk dostane k tomu, co hledal, pokud se mu to vůbec podaří.

Samotná kvalita článků je ale většinou více, než obstojná. Prakticky veškeré články, které zde nějakým způsobem spadají do pole našeho zájmu, pochází od Ing. Romana Pihana. Ten má ale vlastní webové stránky (fotoroman.cz), kde lze ke zcela totožným článkům přistupovat mnohem snazším a intuitivnějším způsobem. Vztah mezi těmito weby je poměrně jednoduchý: na adrese www.fotoroman.cz nalezne návštěvník dva přehledné rozcestníky, samotné články jsou ale povětšinou uloženy na serveru fotografovani.cz.

1.1.7 Fotoroman.cz

Jak již bylo uvedeno výše, webové stránky s doménou fotoroman.cz jsou především osobními stránkami Ing. Romana Pihana, jehož velikou vášní a koníčkem je právě fotografování, o kterém společně s Institutem digitální fotografie napsal a vydal dvě knihy: *Mistrovství práce s DSLR* a *Mistrovství práce se světlem*. Mimo svou knižní tvorbu se ale věnuje i psaní odborných článků pojednávajících o digitální fotografii a principech, o které se opírá. Jelikož se

na tomto místě jedná o materiály dostupné na internetu, právě tyto články nás budou zajímat nejvíce.

Na samotných stránkách nalezneme zmíněné dva rozcestníky a to v menu pod odkazy *Fotoslovník* a *Odborné články*. *Fotoslovník* je rozdělen do tří kategorií: *Uvnitř DSLR*, *Optika a objektivy* a konečně *Expozice*. Pojmy jsou v jednotlivých kategoriích seřazeny alfabetycky a ve stručnosti velice příjemně a srozumitelně vysvětleny. Všechny z těchto krátkých článků jsou doplněny o praktické ukázky, na kterých je snadno pochopitelné oč ve skutečnosti jde. V případě, že imaginární internetový badatel hledá stručný popis jakéhosi pojmu, je právě *Fotoslovník* na webových stránkách fotoroman.cz tím pravým řešením. Pro naše využití jsou ale tyto poznámky příliš stručné a vždy se drží pouze na povrchu celé problematiky. Zcela jinak je tomu ale v případě odborných článků Ing. Pihana.

Články jsou rozděleny do tří sekcí:

- *Rozumíme fotografii*, kde autor řeší expozici, optiku, barvy, světlo, formát RAW a další formáty pro ukládání digitálních fotografií, dále zpracování a úpravu fotografií v PC a obrazové problémy digitální fotografie;
- *Vybavení*, kde je podrobně popsáno, podle jakých faktorů si vybírat digitální fotoaparát a s čím se v digitálním fotoaparátu setkáváme. Je zde také uvedena historie digitálních zrcadlovek od dírkové komory po současnost, recenze na několik fotoaparátů, popis fungování objektivů, opět doplněný o recenze, kterých je v tomto případě mnohem více. Poslední položkou této sekce je příslušenství, kde návštěvník nalezne články především o filtrech a blescích.
- *Fotografujeme*, tedy sekce zabývající se výhradně fotografickou praxí – základy kompozice, perspektivy, hloubky ostroty a světla, ať už denního či umělého. V neposlední řadě jsou zde k nalezení i návody, jak nejlépe přistupovat k fotografiím všeho druhu, od květin, přes zvěř a portréty, až po vesmír.

Rozlehlost těchto článků může být výhodou i nevýhodou. Mnohé z nich jsou, například, rozděleny na tři části, z nichž každá vydá na dvacet stran textu. Návštěvník, který se snaží něco dovědět o základních principech, na kterých digitální fotografie stojí, by se mohl v záplavě textu, matematických rovnic, nákreseů a tabulek snadno ztratit. To však zmíněným článkům neubírá na kvalitě a činí je ideálním zdrojem informací pro webovou aplikaci, jaká by měla v průběhu této práce vzniknout. Fakt, že veškeré články podléhají licenci Creative Commons a jsou tedy volně k dispozici pro nekomerční využití, tuto myšlenku pouze potvrzuje.

1.1.8 Grafika.cz

Grafika.cz je server zabývající se mnoha formami digitálního obrazu a jedním z nich je právě digitální fotografie. V rubrice označené *digitální fotografie* nalezne návštěvník na sebe navzájem navazující články. Jedním z prvních je seriál pojednávající o CCD. Podtitulek prvního z článků je *Základní informace o snímačích, bez kterých se neobejde ani jeden digitální fotoaparát, skener dokonce ani většina videokamer*. Člověka, byť minimálně znalého teorie světlocitlivých snímačů, nezarazí chybějící spojka tolik, jako spojení CCD se všemi digitálními fotoaparáty. V této fázi již zbývá jediný krůček ke zjištění stáří tohoto seriálu, jehož datum vzniku poukazuje na nepříjemných 12 let.

Podobně je tomu však u všech článků týkajících se digitální fotografie na tomto serveru. Nejnovější z nich pochází z ledna 2002, o aktuálnosti zdejších článků tedy nemůže být řeč. I starší články ale mohou být kvalitními aspiranty na aktualizaci a doplnění, bohužel v případě zmíněného serveru se žádný z nich (vyjma uvedeného seriálu o CCD) nezabývá přímo principy digitální fotografie. V případě této stránky se spíše než k popisům samotných principů tíhne k návodům – *Jak fotografovat v noci?*, *Jak pracovat s bleskem?* a podobně.

V případě principů digitální fotografie či dokonce jejich výuky, odkazuje na kurzy Institutu digitální fotografie, jehož webové stránky v našem přehledu následují.

1.1.9 Idif.cz

Do kteréhokoliv internetového vyhledávače zadáme kombinaci slov *digitální, fotografie a výuka*, s nejvyšší pravděpodobností se mezi odkazy na prvních příčkách objeví i webové stránky Institutu digitální fotografie. Pokud ale návštěvník doufá, že zde nalezne odpovědi na své otázky bezplatně, bude zklamán. IDIF zde pouze dokazuje své zcela komerční zaměření a tudíž jsou celé stránky věnovány nabídce komerčních služeb spojených s digitální fotografií, jakými jsou kurzy, rekvalifikace, pronájem ateliérů a vybavy, prodej knih či fotografické expedice do odlehlých částí naší planety. Jediné, co lze na těchto stránkách bezplatně získat je členství v klubu. Jakkoliv je tato nabídka lákavá, nejspíše pro ni v tuto chvíli nenalezneme využití.

1.1.10 Paladix.cz

Tato, poměrně nenápadná webová stránka, kterou internetové vyhledávače s digitální fotografií nejspíše ani nespojují (soudě podle mého nezdařilého pokusu na tuto adresu narazit po vyhledávání „digitální fotografie“), byla nakonec velice příjemným překvapením.

Články jsou zde rozděleny do sekcí teoretických, praktických a technických a jsou na nečekaně vysoké úrovni. Je značně citelné, že autoři článků skutečně vědí, o čem píší a dokáží to podat velice čtivým a zajímavým způsobem. Návštěva těchto stránek s úmyslem pochopit zde základní principy digitální fotografie by však rozhodně nebyla úspěšná. Jednotlivé články se zabývají spíše konkrétními zajímavostmi a perličkami vybranými z širokého prostředí digitální fotografie a jsou tedy ideální cestou k doplnění mezer či prohloubení již nabytých znalostí. V našem případě se tedy jedná o horkého kandidáta jak na čerpání informací, tak na přesměrovávání dychtivějších badatelů k další četbě.

Jednou z hlavních devíz teoretické sekce, která nás bude zjevně nejvíce zajímat, je autorka píšící pod uživatelským jménem „radka“, za kterým se skrývá Radka Tezaur, PhD., Senior Research Engineer v Americkém výzkumném centru

firmy Nikon. Její články patří k tomu nejzajímavějšímu, co se mi v oblasti digitální fotografie podařilo nalézt.

1.2 Shrnutí

Na závěr nemohu nezmínit, že pro mě mnohé z uvedených webových stránek byly velikým překvapením a to jak pozitivním, tak negativním. Servery digineff.cz a idif.cz, které se přímo opírají o výuku digitální fotografie dopadly daleko pod očekávání a naopak servery jako digimanie.cz či paladix.cz velice překvapily. Právě Paladix se stal nejpříjemnějším překvapením a spolu s odbornými články Ing. Romana Pihana (fotoroman.cz) patří k tomu nejlepšímu, co jsem do této chvíle o principech digitální fotografie na internetu našel.

Drtivá většina pozorovaných stránek má zcela zásadní problém s uváděním neaktuálních informací, což je značně citelné například u serveru fotoaparát.cz, kde si návštěvník přímo v menu zvolí vyhledávání článků o digitální fotografii a dostane se mu informací devět let starých. Tímto způsobem pak zcela potlačují jednu z hlavních výhod publikování článků na internetu.

Dalším nedostatkem, tentokrát dokonce u všech pozorovaných serverů, byla organizace jednotlivých článků. Nejčastěji byly články řazeny podle data, v několika případech abecedně. Ani jeden z těchto způsobů nepovažuji pro popsání fungování digitálního fotoaparátu za ideální.

2 Vybrané principy digitální fotografie

Nejdůležitější částí této práce je samotné rozpracování principů digitální fotografie. Jak vyšlo najevo z mapování dostupných zdrojů na internetu, informace o této problematice je možné nalézt, nejedná se však o zrovna nejjednodušším úkol. Rád bych proto k této části, která má být na internetových stránkách všem na očích, přistoupil zcela z opačného konce. Návštěvník tohoto webu by se měl co nejlépe a nejrychleji zorientovat v informacích, které jsou mu předkládány. Otázka, která z tohoto problému vyvstává, je, jak tedy jednotlivé informace utřídit, aby byla orientace v konkrétních článcích co nejsnazší. Jak již bylo zmíněno v předchozí části, k nejčastějším metodám na mapovaných webových stránkách bylo řazení článků a pojmů alfabetycký či podle data vzniku.

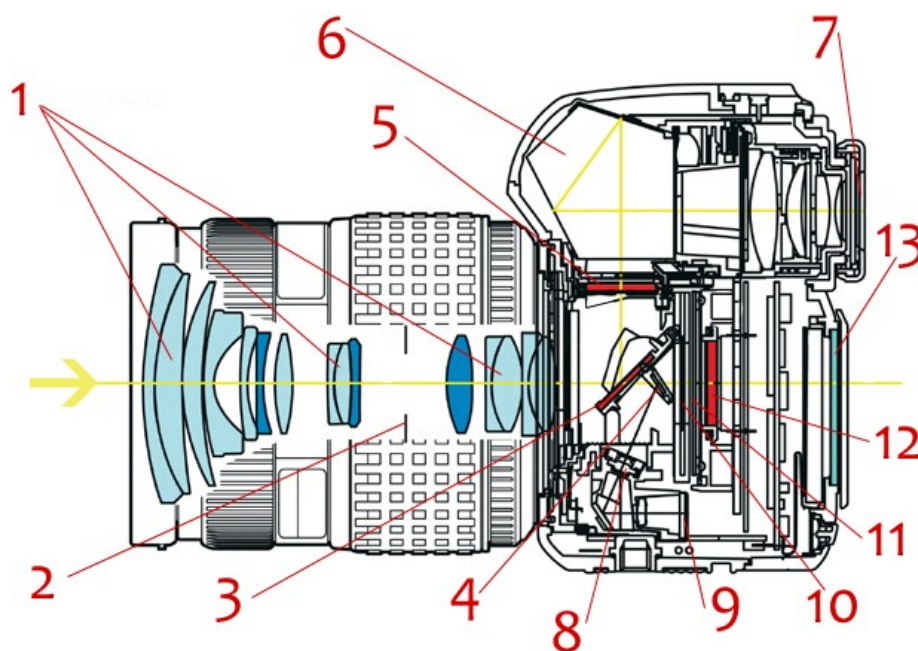
V digitálním fotoaparátu ale jednotlivé součástky nejsou seřazeny alfabetycký (a pochopitelně ani podle data – samotná myšlenka na podobnou organizaci součástí jakýmkoliv z těchto způsobů působí poněkud absurdně), ale podle své funkce. Výrazně vyšší názornosti by tedy bylo možné dosáhnout tím, že bude návštěvníkovi umožněno projít si vznik digitální fotografie krok za krokem.

V první části bude vysvětleno, co se odehrává před stiskem spouště. Návštěvník uvidí jak prochází světlo objektivem a láme se tak, aby bylo možné vidět fotografovanou scénu v hledáčku, ale zároveň provádět potřebná měření. Druhá část se bude zabývat jednotlivými událostmi po stisku spouště a jejich souvislostmi. Zde bude vysvětleno zatemnění hledáčku při expozici u jednookých zrcadlovek, funkce závěrky a světlocitlivých snímačů.

Jakýmsi jádrem, ze kterého budou jednotlivé články vycházet, bude centrální obrázek, fungující jako mapa, na které návštěvník uvidí, kde se jednotlivé principy realizují. Tato myšlenka vychází ze známého rčení, které praví, že jednou vidět je lepší než stokrát slyšet. Veškerá data naší aplikace tedy budou dostupná z jediné úvodní stránky, čímž se zamezí nepřehlednému propadání hlouběji ve struktuře webových stránek, tedy známému nešvaru celosvětové internetové scény.

Jednotlivými prvky hlavní stránky budou tedy následující:

1. Uvedený lustrační průřez digitálním fotoaparátem (obrázek 1), opatřený číslovanými popisky a žlutou linkou, znázorňující průchod světla.



Obrázek 1: Řez digitální zrcadlovkou (zde Olympus E-1); Zdroj:
<http://www.oehlingradce.cz/fotoradce/fr.asp?tab=fotoradce&id=53&burl=&pt=RADZ>; upraveno pro potřeby této práce

2. Stromově organizovaný seznam hlavních kategorií a jednotlivých pojmů, v daných případech přiřazených ke konkrétním číslům na nákresu. Řazení kategorií bude odpovídat pořadí průchodu světla digitálním fotoaparátem.
3. Vložená aplikace umožňující komentáře uživatelů, nabádající čtenáře ke vkládání podnětů a návrhů na zlepšení dosavadního stavu webových stránek.

Původní myšlenkou bylo vytvořit z číslovaných pojmů hlavní kategorie a k těm poté přiřazovat jednotlivé pojmy, se kterými jsou spojeny. Touto cestou by ale jednotlivé kategorie byly značně nevyvážené, jelikož například pomocné čočky systému automatického ostření nepřipadá takové množství důležitých informací jako například světlocitlivému snímači. Z tohoto důvodu budou jednotlivé kategorie širší a konkrétní pojmy pod ně pak budou spadat. Celá práce bude zaměřená především na funkci jednookých zrcadlovek.

2.1 Objektiv a optická soustava fotoaparátu [1]

V možnosti vyměnitelných objektivů tkví značná výhoda jednookých zrcadlovek. Na kvalitě objektivu a výsledné kvalitě jím podávaného obrazu má vliv mnoho faktorů, které do značné míry závisejí na výrobci. Mezi tyto vlastnosti, které ve své podstatě objektiv definují patří ohnisková vzdálenost a světelnost. V neposlední řadě je třeba zohlednit systém, pro který je daný objektiv vyroben a odpovídá mu svým bajonetem a často i velikostí. Od uvedených základních vlastností a systému se odvíjí celková konstrukce objektivu. Na následujících řádcích si vysvětlíme jednotlivé uvedené principy a s nimi spojené výhody a nevýhody a příklady využití.

2.1.1 Ohnisková vzdálenost

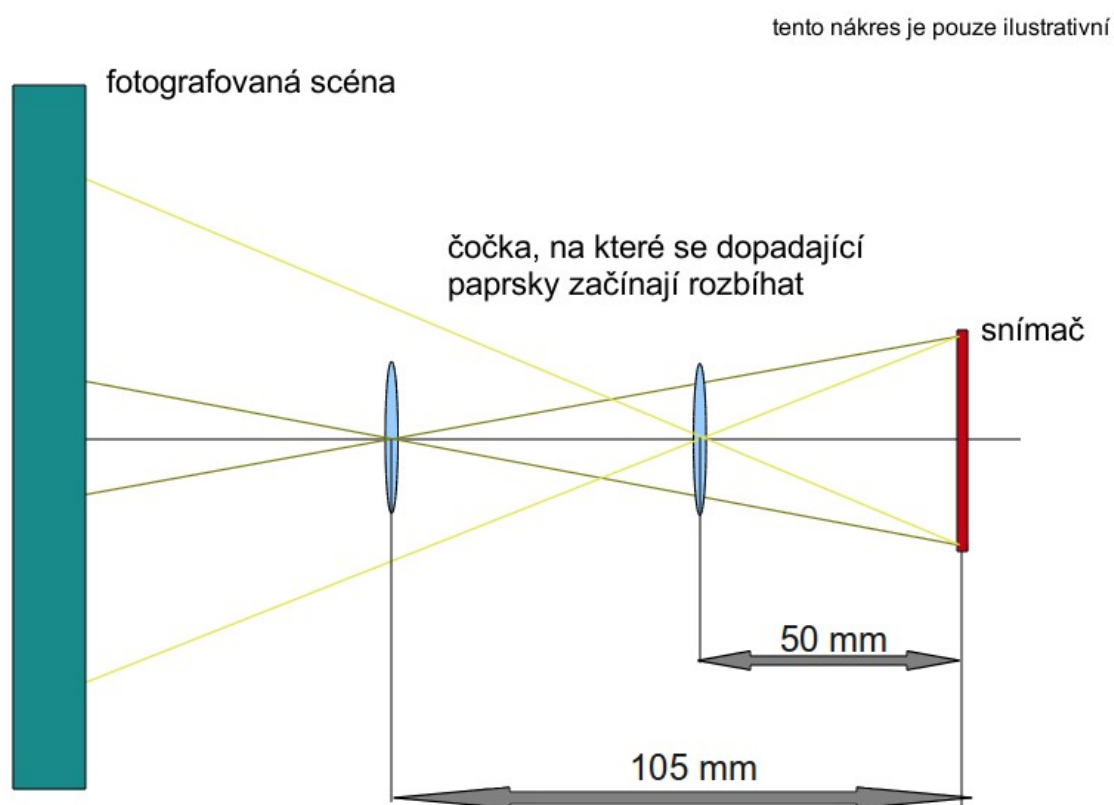
Ohnisková vzdálenost je bezpochyby jedním z nejdůležitějších parametrů objektivů, bez ohledu na to, zdali se jedná o fotoaparáty digitální či analogové. Podle ohniskové vzdálenosti dělíme objektivy na širokoúhlé, standardní a teleobjektivy, jelikož právě tento parametr představuje jak přiblížení fotografované scény, tak úhel záběru. Z tohoto důvodu se jedná o jednoznačně nejdůležitější údaj při volbě správného objektivu. Samotné definice pojmu *ohnisková vzdálenost* jsou mnohdy dosti krkolomné a nemusí vždy čtenáři tento pojem nikterak přiblížit.

Jednou z těchto definic je „vzdálenost mezi středem čočky a rovinou, na kterou jsou zaostřeny objektivem soustředěné paprsky“.¹ Mezi další, lehce srozumitelnější pak patří např. „Ohnisková vzdálenost je vzdálenost mezi klasicky

¹ Megapixel.cz : Centrum digitální fotografie [online]. 2001 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.megapixel.cz>.

konstruovaným objektivem a rovinou filmu nebo snímáče při zaostření na předmět ležící z optického hlediska v nekonečnu.“ (Studio Imago, 2006, s. 69) Obě tyto definice jsou zcela jistě pravdivé, avšak pokud nechceme laikovi spíše zamotat hlavu při výběru objektivu, bude třeba nalézt prostšího vysvětlení.

O něco srozumitelnější formulace technické stránky ohniskové vzdálenosti pochází z pera Michaela Freemana: „Ohnisková vzdálenost, která se měří v milimetrech, udává vzdálenost od místa na čočce, kde se dopadající světelné paprsky začínají rozbíhat, a ohniskovou rovinou, kde je umístěný film nebo fotočlánek.“ (Freeman, 2004, s. 16) Pro praktickou ukázkou toho, co si pod uvedenými definicemi představit poslouží obrázek 2.



Obrázek 2: ohnisková vzdálenost

V praxi lze tedy použít poměrně snadno zapamatovatelnou poučku: „Čím větší ohnisková vzdálenost, tím větší přiblížení a menší úhel záběru.“ Z tohoto tvrzení lze již jednoduše vyvodit, že nejmenší ohniskové vzdálenosti připadají širokoúhlým objektivům, zatímco ty největší teleobjektivům. Mezi pojmy ohnisková

vzdálenost a úhel záběru dokonce existuje přímá úměra, která může být popsána následující funkcí:

$$\text{zorný úhel } [^\circ] = 2 * \arctan \frac{\text{úhlopříčka senzoru } [mm]}{2 * \text{ohnisková vzdálenost objektivu } [mm]}^2$$

V praxi tedy můžeme touto rovnicí zjistit, že v té nejklašičtější podobě fotoaparátu, tedy se senzorem o velikosti kinofilmového políčka (s šířkou 35 mm, jehož úhlopříčka je 43 mm) a objektivem s ohniskovou vzdáleností 50 mm je zorný úhel objektivu našeho fotoaparátu 46,54° nebo chcete-li 46°32'24".

$$46,53 [^\circ] = 2 * \arctan \frac{43 [mm]}{2 * 50 [mm]}$$

Poměr mezi ohniskovou vzdáleností a zorným úhlem objektivů je tedy znázorňuje následující tabulka. Pro lepší představu je přiložen i nákres.

Ohnisková vzdálenost	Zorný úhel
300 mm	8°
200 mm	12°
180 mm	14°
135 mm	18°
105 mm	23°
80 mm	30°
50 mm	46°
35 mm	62°
28 mm	75°
24 mm	84°
20 mm	94°
14 mm	114°

2 Vzorec převzatý z odborných článků Ing. Romana Pihana a mírně zjednodušený – v této verzi není třeba pracovat s polovinou úhlopříčky

Konstrukčně se objektivy dělí na objektivy s pevnou a proměnnou ohniskovou vzdáleností, které bývají často označovány jako „zoomovací“ objektivy, pro jejich schopnost přiblížit fotografovanou scénu. Díky výrazně jednodušší konstrukci objektivů s pevným ohniskem podávají tyto objektivy lepší výsledky – především bývá jimi pořízený obraz jasnější a ostřejší.

Mezi zajímavé ohniskové vzdálenosti rozhodně patří 50 mm a 80 - 100 mm, tedy ohniska objektivů tzv. standardních a portrétních. Za standardní objektiv je tedy považován ten, který disponuje ohniskovou vzdáleností 50 mm. Odkud však pochází jeho označení za standardní není úplně zřejmé. Mezi nejpopulárnější výklady patří, že 50mm objektivy mají úhel obrazu 45°, který odpovídá přibližně přirozenému zornému úhlu lidského oka. (Henninges, 2002, s. 32) Původní poučkou ale je, že pro získání záběru podobnému pohledu lidským okem by měla ohnisková vzdálenost objektivu odpovídat úhlopříčce snímaného zařízení, tedy v případě kinofilmu či full-frame snímače 43 mm. 50 mm se tedy s nejvyšší pravděpodobností stalo standardem právě proto, že se jedná o první vyšší kulaté číslo.³ Hlavní výhodou těchto objektivů s pevným ohniskem, čistě z uživatelského hlediska, je jejich výjimečně vysoká světelnost a ostrost, malá velikost, nízká hmotnost a přijatelná cena.

80 - 100 mm je pak ohnisko, při kterém prakticky nedochází k optické deformaci prostoru, na kterou jsme především u portrétní fotografie zvláště citliví. (Pindák, 2001, s. 31) Z tohoto důvodu se právě tyto objektivy označují jako portrétní.

Výjimkou na poli objektivů jsou takzvané *fisheye objektivy*, neboli *rybí oka*. Ty umožňují díky speciální konstrukci zorný úhel až 180° a jsou typické svým soudkovitým zkreslením. Mnohdy dokonce jimi propouštěné světlo nepokrývá celou plochu snímače a dodávají tak kruhový obraz na místo klasického obdélníkového.

3 Zajímavý článek Tomáše Cihelky a diskusi na toto téma naleznete na adrese <http://www.paladix.cz/clanky/proc-je-padesatka-zakladni-objektiv.html>, kam bych tedy rád nasměroval zvědavější návštěvníky.

Prvkem, který, do značné míry, ovlivňuje výslednou ohniskovou vzdálenost a tedy úhel záběru a celkové přiblížení scény, je tzv. crop factor, představující přepočet ohniskové vzdálenosti založený na velikosti snímacího čipu. Tato část článku o ohniskové vzdálenosti bude tedy k nalezení u samotných senzorů, jelikož se nejedná o vlastnost objektivů.

2.1.2 Konstrukce objektivů

Existují dva hlavní způsoby, jakými lze objektivy řadit na základě jejich konstrukce. První z nich je na bázi ohniskové vzdálenosti, o které již bylo pojednáváno dříve. V podstatě platí, že čím větší ohnisková vzdálenost, tím delší objektiv. Z tohoto hlediska tedy dělíme objektivy na širokoúhlé objektivy, základní objektivy a teleobjektivy. Hranice mezi nimi jsou, co do ohniskové vzdálenosti, mírně subjektivní, ale obecně jsou za ně považovány hodnoty 35 a 80 mm, které představují hranice základních či standardních objektivů.

V části 1.1 pojednávající o ohniskové vzdálenosti byly jednotlivým hodnotám přiřazeny i odpovídající úhly záběru. Na základě uvedených informací lze tedy říci, že za širokoúhlé objektivy jsou považovány objektivy s ohniskovou vzdáleností menší než 35 mm a úhlem záběru vyšším než 62° a za teleobjektivy jsou označovány objektivy disponující ohniskovou vzdáleností vyšší než 80 mm a úhlem záběru tedy menším než 30° .

Druhým způsobem jak objektivy rozdělit na základě jejich konstrukce je na objektivy s pevným a posuvným ohniskem (známé také jako objektivy se zoomem nebo zoomové objektivy). Výběr mezi objektivem s pevným a posuvným ohniskem je těžkou volbou, která zajisté potkala nebo teprve potká každého vášnivého fotografa. V hlavách začínajících fotografů již dlouhá léta koluje myšlenka *proč si pořízovat objektivy s pevnými ohnisky, když lze mít více ohniskových vzdáleností pokrytých jedním objektivem*. V extrémních případech je dokonce možné pokrýt všechny potřebné ohniskové vzdálenosti objektivem jediným.

Kdyby ale vše bylo tak jednoduché, nebylo by pro objektivy s pevným ohniskem na trhu místo. Důvodů, proč mnozí volí právě objektivy s pevnými

ohnisky je ale hned několik a mezi ty, které nad ostatní vyčnívají, patří rozhodně pořizovací cena, ale především obrazová kvalita a světelnost. Obě možnosti si tedy podrobněji přiblížíme a seznámíme se také s tilt-shift objektivy, které často tvoří samostatnou kategorii jak prvního, tak i druhého z uvedených rozdělení.

2.1.2.1 Objektivy se zoomem

Nejrozšířenější z objektivů poskytují uživateli velkou flexibilitu, neboť jejich ohnisková vzdálenost se mění v rámci jediného objektivu. To umožňuje rychle přizpůsobit zarámování snímku fotografované scéně, aniž bychom museli měnit objektiv. (Studio Imago, 2006, s. 80) Je na místě zmínit, že tyto objektivy spadají do všech třech výše uvedených kategorií a je tedy možné mít se zoomem širokoúhlý objektiv, standardní objektiv i teleobjektiv. Kritickou nevýhodou těchto objektivů je ale jejich výrazně složitější konstrukce, následkem čehož pak nedosahují obrazových kvalit objektivů s pevným ohniskem, a také vyšší pořizovací cena kvalitnějších modelů.

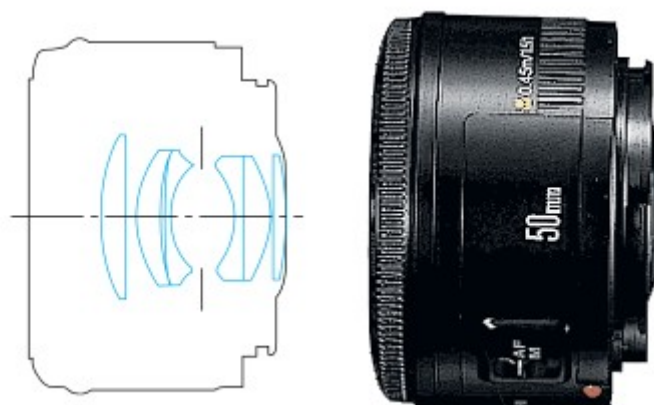


Obrázek 3: objektiv se zoomem – Canon EF-S 17-85mm f/4-5,6 IS USM;
Zdroj: www.canon.cz

2.1.2.2 Objektivy s pevným ohniskem

Další možností jsou pak objektivy s pevným ohniskem. Jelikož je jejich konstrukční složitost výrazně nižší než u objektivů se zoomem a obsahují také výrazně menší počet pohyblivých částí, je jejich obrazová kvalita a světelnost o poznání lepší než u objektivů se zoomem. Ve spojení s výrazně nižší pořizovací cenou už se jedná o nepřehlédnutelný argument pro pevné ohnisko. Je nepsaným pravidlem, že obrazová kvalita bývá tím nižší, čím vyšší je rozsah ohniskových vzdáleností objektivu. Nejlépe z tohoto hlediska tedy vychází právě objektivy s pevným ohniskem, hůře objektivy s krátkým rozsahem (zoom 2x – 4x) a nejhůře pak objektivy s velkým rozsahem, často označované jako univerzální (zoom 5x a více).

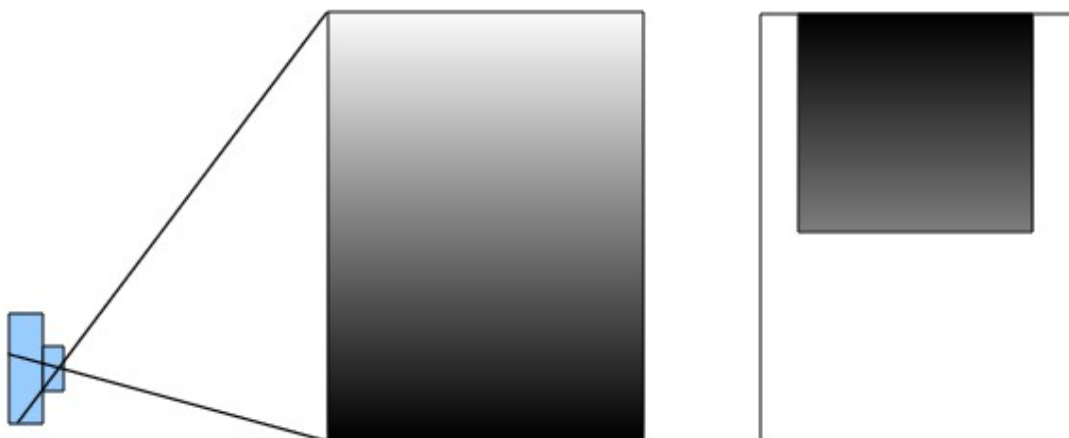
Daní za vysokou kvalitu výsledného obrazu u objektivů s pevnou ohniskovou vzdáleností je snížená přizpůsobivost vůči fotografované scéně. Fotograf je tedy nucen se buďto více pohybovat nebo často měnit objektivy. Je tedy na každém, aby zvážil, kdy dá přednost obrazové kvalitě a kdy pohotovosti svého fotoaparátu. Pro porovnání složitosti konstrukce poslouží obrázky 3 a 4. Kvalita výsledného obrazu však záleží vždy na konkrétním modelu.



Obrázek 4: objektiv s pevným ohniskem – Canon EF 50mm f/1,8 II; Zdroj: www.canon.cz

2.1.2.3 Tilt-shift objektivy

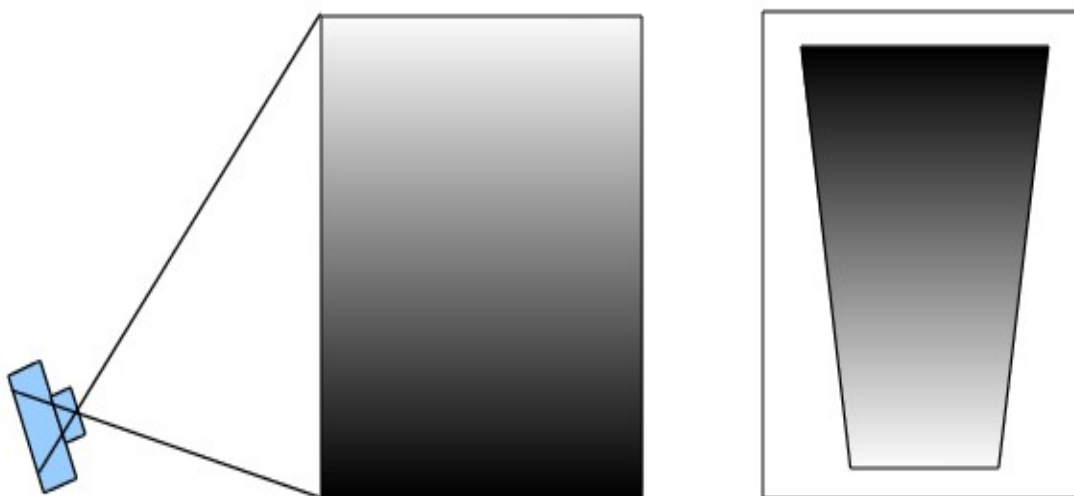
Tyto objektivy rozhodně nepatří mezi mainstreamové produkty a v běžných fotografických kruzích se téměř nevyskytují. Je to ale velká škoda, jelikož technologie, o kterou se opírají je nejen osvědčená léty používání, ale také velice prostá, účinná a neuvěřitelně efektivní. Často se v minulosti jednalo spíše o schopnost fotoaparátu než samotného objektivu a šlo o prostředek k odstranění rozličných defektů běžné fotografie. Nejrozšířenějšího využití tyto objektivy našly (a stále nacházejí) v architektuře. Při použití obyčejného fotoaparátu a objektivu je mnohdy nutné přístroj naklonit tak, aby se celý fotografovaný objekt do snímku vešel. Naklonění fotoaparátu má ale za následek sbíhavé vertikální linie stavby a tak je spodek stavby na fotografii širší, než její vršek, jak je vidět na obrázku 6.



Obrázek 5: fotografie budovy s běžným objektivem za zachování rovnoběžnosti fotoaparátu a fotografovaného objektu, který na výsledné fotografii není celý. Nalevo scéna, napravo obraz promítnutý na snímáček (nutno vzít v potaz, že obraz na snímáči je obrácený o 180°).

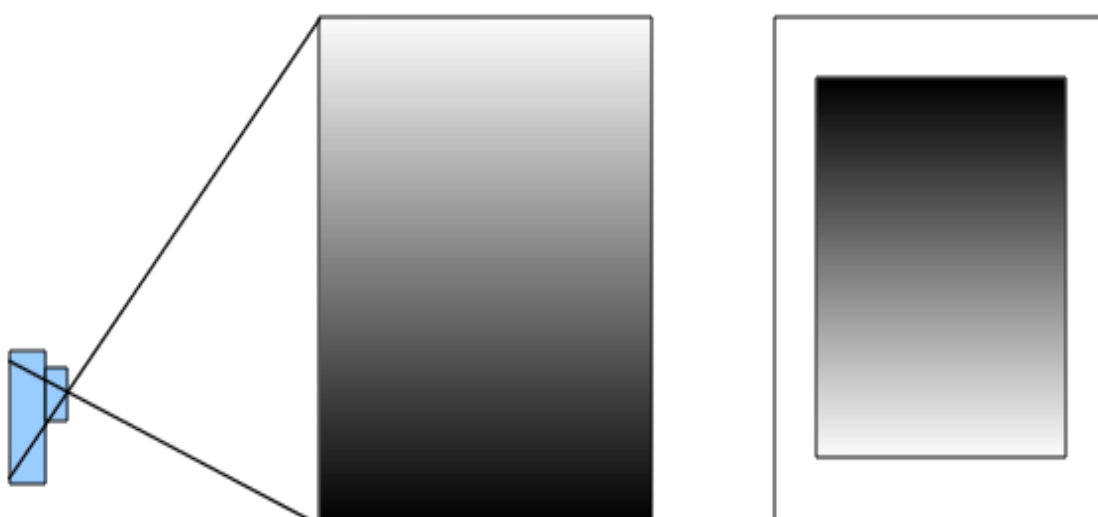
Tilt-shift objektivy právě tento problém řeší, jelikož posunutím (shift) optiky získáme celý objekt do záběru, aniž bychom při tom porušili rovnoběžnost fotoaparátu a fotografovaného objektu. Výsledek tedy odpovídá obrázku 7.

Další využití těchto objektivů spočívá v naklonění optiky (tilt), kdy dochází k úpravě pole ostrosti (DOF – z angl. depth of field). Tím je možno naklánět rovinu



Obrázek 6: fotografie budovy s běžným objektivem při naklonění fotoaparátu. Nalevo scéna, napravo obraz promítnutý na snímáček (nutno vzít v potaz, že obraz na snímáči je obrácený o 180°).

ostření a docílit výrazně rozsáhlejší ostré plochy než s běžným objektivem nebo naopak snížit pole ostrosti na úplné minimum, přičemž dochází k tzv. miniaturizaci. Jedná se o zvláštní fotografickou techniku s tilt-shift objektivem úmyslně vychýleným na opačnou stranu, čímž se docílí silného rozostření všude mimo samotnou rovinu ostření, která je v tomto případě velice úzká, tedy jevu známého



Obrázek 7: fotografie budovy s tilt-shift objektivem a správně nastaveným posunem optiky. Nalevo scéna, napravo obraz promítnutý na snímáček.

především z makro fotografie. Pro ilustraci poslouží obrázek 8, u kterého bych rád zdůraznil, že se jedná o skutečný stadion, nikoliv zmenšený model.



Obrázek 8: Zápas v ragby s použitím opačně vychýleného tilt-shift objektivu – výsledkem je zdánlivá miniaturizace docílená sníženou hloubkou ostroty © Greg Keene

2.1.3 Bajonet objektivu – systémy a standardy digitálních zrcadlovek

Bajonet objektivu je zdánlivě nepodstatná věc, která by ale nepozorného kupujícího mohla značně překvapit. Před koupí objektivu je nezbytně nutné se ujistit, že daný objektiv půjde na tělo našeho fotoaparátu nasadit. Jedná se o přírubu, pomocí které je objektiv přichycen na tělo fotoaparátu. V dřívějších dobách se používaly závity různých průměrů, avšak tento trend ustoupil bajonetům, jejichž používání je výrazně pohodlnější. Vzhledem k váze dnešních objektivů je potřeba zajistit dostatečnou pevnost uchycení. Z tohoto důvodu jsou bajonety, až na výjimky, vyráběny z kovu a po zaklapnutí udržují objektiv pevně přichycený ke kostře fotoaparátu.

Při bližším zkoumání si nelze nevšimnout drobných kontaktů na obou stranách příruby. Touto cestou mezi tělem a objektivem fotoaparátu proudí jak informace o světelnosti objektivu a nastavené cloně či automatickém ostření, tak i energie k napájení všech funkcí objektivu.

Problém však tkví v tom, že tvar bajonetu si každý výrobce fotoaparátů určuje sám a jak už to chodí, bajonety rozdílných výrobců mají tvary odlišné a objektivy tedy nejsou, až na drobné výjimky, navzájem kompatibilní. Je tedy nutné počítat s tím, že objektivy pro fotoaparáty Nikon nepůjdou nasadit na fotoaparát značky Canon či Sony a tak podobně.

2.1.3.1 Jednotlivé systémy digitálních zrcadlovek

Na následujících řádcích naleznete přehled dnes používaných systémů, jejich příslušnost ke konkrétním výrobcům fotoaparátů a případnou kompatibilitu s ostatními.

2.1.3.1.1 4/3

Jedná se o systém využívaný u fotoaparátů Olympus a Panasonic (a fotoaparátu Leica DIGILUX 3). Objektivy těchto značek jsou tedy navzájem kompatibilní a není vyloučeno, že se další značky časem přidají, jelikož se jedná

o otevřený standard. V tomto případě je crop factor 2, jelikož se systém 4/3 opírá o snímač s úhlopříčkou 21,6 mm (tedy polovinou kinofilmového pole či full frame snímače o úhlopříčce 43 mm). Poměr stran obrazu je, jak název napovídá 4:3.

Na českých webových stránkách firmy Olympus lze nalézt tvrzení, že tento systém emuluje problém s crop factorem u digitálních zrcadlovek a tedy potenciální ztrátu širokoúhlého ohniska: „4/3 systém tento jev řeší. Jelikož je objektiv konstruován přesně pro velikost obrazového senzoru, nemusíte se potýkat s extrémně drahými širokoúhlými objektivy, které nesplňují požadavky, které jsou na ně kladeny – úhel záběru neodpovídá úhlu záběru, který je standardně vykazován na 35mm zrcadlovkách.“⁴ Zde je zjevně naráženo na problém vyskytující se především u zrcadlovek se snímačem APS-C a z vyjádření firmy Olympus by mohl čtenář dojít k závěru že systém 4/3 crop factorem netrpí. Opak je ale pravdou a přepočet ohniskové vzdálenosti je nezbytný i u objektivů tohoto typu. Opět nám poslouží již dříve uváděná rovnice:

$$\text{zorný úhel } [^\circ] = 2 * \arctan \frac{\text{úhlopříčka senzoru } [mm]}{2 * \text{ohnisková vzdálenost objektivu } [mm]}$$

tedy v případě 9mm objektivu Zuiko, označeného za „extrémně širokoúhlý“ se za použití technologie 4/3 dostaneme na úhel záběru 100°, který odpovídá 18 mm u klasického objektivu.

$$100,4 [^\circ] = 2 * \arctan \frac{21,6 [mm]}{2 * 9 [mm]}$$

Výhodou tohoto systému je zcela jistě jeho nižší hmotnost a kompaktnější rozměry, problém s crop factorem ale rozhodně neřeší.

2.1.3.1.2 4/3 micro

Zmenšená verze výše uvedeného systému se využívá u fotoaparátů bez zrcátka a optického hledáčku. Tímto způsobem je dosaženo ještě výraznější kompaktnosti při zachování stejně velkého snímače. Objektivy značky Panasonic a Olympus jsou opět vzájemně kompatibilní s průměrem uchycení ještě o 6 mm

4 Olympus: 4/3 technologie [online]. 2011 [cit. 2011-05-22]. Dostupné z WWW: <www.olympus.cz/consumer/21693_7045.htm>.

menším. Kompatibilita s objektivy systému 4/3 je dosaženo pomocí příslušného, snadno dostupného, adaptéru.

2.1.3.1.3 Canon EF

Původní formát objektivů pro fotoaparáty Canon využívající kinofilm. V dnešní době je využíván jednak pro kinofilmové zrcadlovky, jednak pro full frame digitální zrcadlovky. Crop factor je tedy 1.

2.1.3.1.4 Canon EF-S

Kompaktnější verze systému EF, určená konkrétně pro digitální zrcadlovky se snímačem APS-C. Bajonety objektivů EF a EF-S jsou vzájemně kompatibilní, avšak při nasazení objektivu EF-S na full frame či kinofilmovou zrcadlovku dojde ke značné vinětaci, jelikož obraz poskytnutý objektivem není dostatečně veliký, aby pokryl snímač této velikosti. Crop factor systému EF-S je 1,6.

2.1.3.1.5 K_{AF2}

Tento systém v dnešní době používají firmy Pentax a Samsung a to jak pro analogové, tak digitální fotoaparáty. Starší verze objektivů K a K_{AF} jsou s K_{AF2} navzájem kompatibilní.

2.1.3.1.6 Nikon F FX

Systém uchycení, jaký používá firma Nikon již od roku 1959 (kdy byl poprvé uveden u stejnojmenného fotoaparátu Nikon F – první jednooké zrcadlovky uvedeného výrobce). V tomto případě je zaručena ojedinělá kompatibilita starších a novějších modelů. Podobně, jako je tomu u firmy Canon, ale i v případě Nikonu existuje kinofilmová (či full frame) a kompaktní APS-C varianta. Pro fotoaparáty se snímačem o velikosti kinofilmového pole jsou určeny objektivy formátu FX. Jelikož se jedná o full frame, crop factor je v tomto případě 1.

2.1.3.1.7 Nikon F DX

Kompaktnějším zrcadlovkám s APS-C snímačem je pak určen formát DX s crop factorem 1,5. Obdobně jako u systému Canon EF-S, budou tyto menší

objektivy po nasazení na full frame fotoaparát způsobovat výraznou vinětaci. S použitím FX objektivu u APS-C fotoaparátu není problém.

2.1.3.1.8 Sony AF

Bajonet pro digitální fotoaparáty značky Sony je pouze vylepšenou verzí systému Minolta AF. Objektivy Minolta AF a Sony AF jsou tedy navzájem kompatibilní.

2.1.3.2 Dodatek

Vzájemnou nekompatibilitu je možno do jisté míry emulovat pomocí adaptérů, které mají na jednom konci přírubu jednoho druhu a na druhém konci přírubu odpovídající druhému systému. Takové řešení s sebou však může přinášet řadu negativ, mezi které patří například nefunkční automatické ostření, zhoršená světelnost objektivu nebo nemožnost upravování clony, jelikož většina objektivů tuto možnost nenabízí jinak než elektronicky přes tělo přístroje.

2.1.4 Clona [2] – clonové číslo, světelnost a hloubka ostrosti

Nastavení clony je spolu s nastavením rychlosti závěrky zcela klíčovým parametrem pro výsledný osvit světlocitlivého senzoru. Funkce clony však spočívá nejen v regulaci intenzity osvětlení citlivé vrstvy, ale také ve vymezení hloubky ostrosti snímaného prostoru v souvislosti se zaostřením na objekt. (Pindák, 2001, s.29) Konstrukčně sestává z několika lamel seřazených za sebou tak, že tvoří kruh. Jejich prostřednictvím je možné regulovat velikost nejmenšího otvoru v objektivu a tedy i množství světla, jaké v době expozice dopadá na snímač či film.



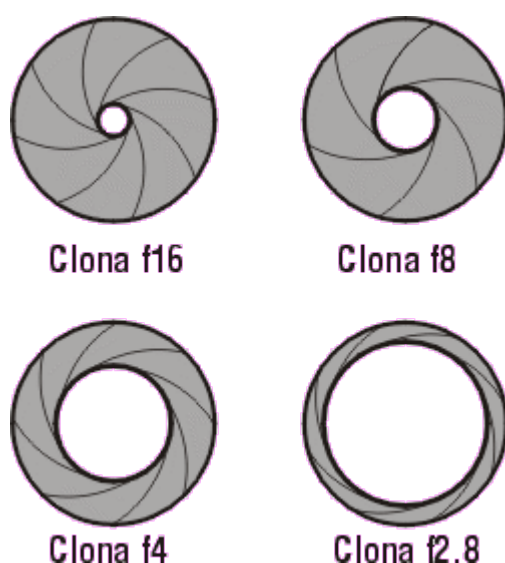
Obrázek 9: konstrukce clony objektivu; Zdroj: <http://www.digi-foto.sk/zaklady-fotenia>

Clona se označuje clonovým číslem a představuje velikost nejmenšího otvoru, kterým v objektivu proniká světlo a odvíjí se od ohniskové vzdálenosti způsobem, jaký vysvětluje následující vzorec:

$$\text{clonové číslo} = \frac{\text{ohnisková vzdálenost [mm]}}{\text{průměr otvoru clony [mm]}}$$

Tímto způsobem je zaručeno, že při použití rozdílných objektivů dopadá na snímač fotoaparátu, za totožných podmínek a nastavení clony, stejné množství světla. Tento princip si lze snadno uvědomit při pohledu na nastavení clony či na přední část objektivu. Zde uvidíme, že clonové číslo se zpravidla uvádí jako f/x , kde x je právě clonové číslo a f představuje ohniskovou vzdálenost (z Angl. focal length). Při ohniskové vzdálenosti 100 mm a cloně nastavené na $f/10$ lze tedy snadno dopočítat, že průměr otvoru clony bude mít 10 mm, při ohniskové vzdálenosti 50 mm a cloně $f/1,8$ bude průměr otvoru clony 27,78 mm a tak podobně.

Z výše uvedených informací tedy vyplývá, že čím menší je clonové číslo, tím větší je průměr otvoru clony a tím větší množství světla proniká do prostoru senzoru. Tím se dostáváme k dalšímu parametru objektivu a tím je jeho světelnost. Světelnost objektivu představuje nejnižší možné clonové číslo nastavitelné u daného objektivu a tedy i největší průměr otvoru clony. Jedná se o třetí z nejdůležitějších parametrů uváděných na objektivu.



Obrázek 10: skládání lamel při změně clonového čísla; Zdroj: <http://www.cmsps.cz/~marlib/fotografie/fotografie.htm>

Touto cestou si lze vysvětlit mohutnost a vysokou cenu kvalitních teleobjektívů, jelikož u vyšších ohniskových vzdáleností může být světelnost zvyšována pouze zvětšováním průměru čoček. (Pindák, 2001, s.29) Například objektiv NIKKOR AF-S 600/4 G ED VR stojí v době psaní této práce téměř čtvrt milionu korun, což je do značné míry dáno tím, že pro zachování dobré světelnosti u objektivu s tak velikou ohniskovou vzdáleností musí být velikost čoček i otvoru clony výrazně vyšší než u uvedených příkladů. V tomto konkrétním případě je průměr otvoru otevřené clony 15 cm a průměr vstupní čočky tedy ještě větší.

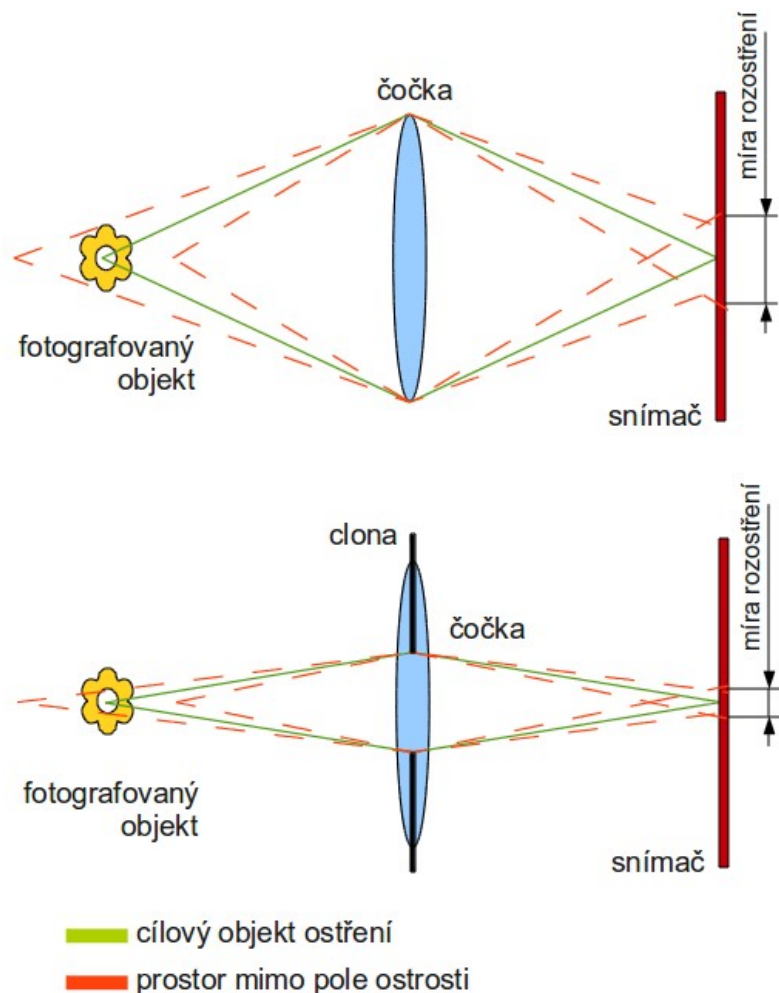
V tuto chvíli již tedy chápeme, co se skrývá například pod označením objektivu „CANON ZOOM LENS EF 28-200 mm 1 : 3.5 – 5.6 USM“. Jedná se o objektiv se zoomem od značky Canon, založený na systému EF (vhodný pro zrcadlovky Canon s full frame i APS-C snímačem), disponuje ohniskovou vzdáleností s rozsahem od 28 mm do 200 mm a jeho světelnost, tedy minimální clona, je 3,5 u ohniskové vzdálenosti 28 mm a 5,6 u ohniskové vzdálenosti 200 mm. Za těmito hodnotami většinou následují zvláštní označení rozličných technologií, které si každý výrobce značí podle sebe. Zde je zcela na místě si na webových stránkách konkrétního výrobce najít legendu a tato označení si dohledat.

Další z klíčových faktorů odvíjejících se od clony resp. clonového čísla je hloubka ostrosti či hloubka pole, často označována zkratkou DOF (z Angl. depth of field). Jedna z mnoha jejích definic praví že se jedná o „rozdíl vzdálenosti nejbližšího a nejvzdálenějšího předmětu, které se na výsledné fotografii ještě lidskému oku jeví jako ostré.“⁵ Hloubka ostrosti je fotografovým nástrojem k nasměrování pozornosti diváka na určitou část snímku a jejím ovládnutím lze dosáhnout velice efektních výsledků.

Malá hloubka ostrosti se využívá k oddělení hlavního předmětu našeho zájmu od jeho okolí, což je potřeba především u makro fotografie či portrétní

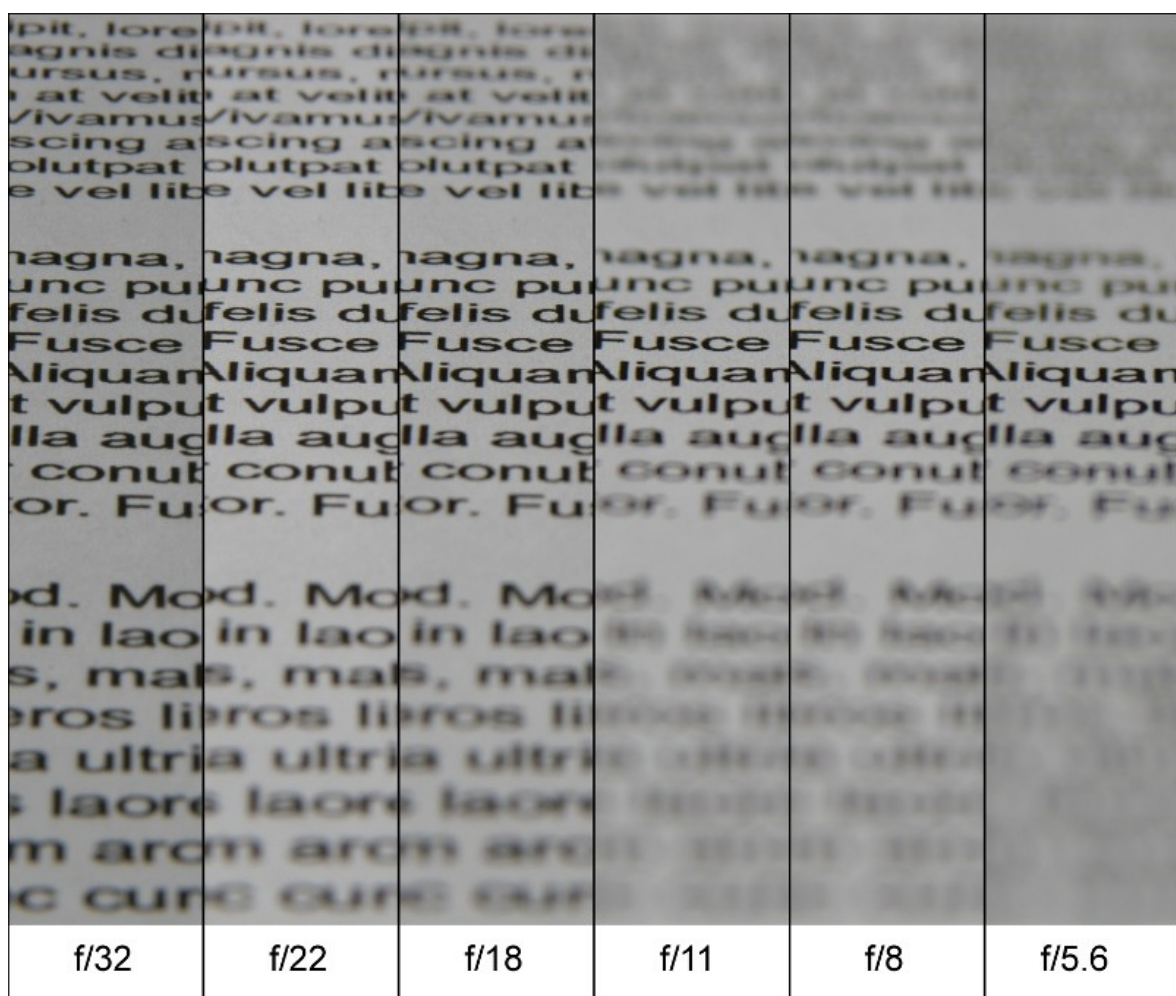
5 Hloubka ostrosti. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 11. 4. 2006, last modified on 21. 5. 2011 [cit. 2011-05-26]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hloubka_ostrosti>.

fotografie, zatímco velická hloubka ostrosti vede ke kompletnímu prokreslení scény a má tedy své uplatnění například při fotografování krajiny či architektury.



Obrázek 11: hloubka ostrosti a vliv clony na výslednou míru rozostření objektů mimo rovinu ostření

Na hloubku ostrosti mají veliký vliv dva faktory – ohnisková vzdálenost a clona. Oba tyto faktory v podstatě zužují rozptyl paprsků procházejících optikou a tak se míra rozostření zdá, se zvyšující se ohniskovou vzdáleností a clonou, výrazně nižší (v případě clony tento jev ilustruje teoreticky obrázek 11 a prakticky obrázek 12).



Obrázek 12: porovnání hloubky ostroty u fotoaparátu Canon EOS 20D s objektivem EF 28 – 200 mm 1 : 3.5 – 5.6 USM nastaveným na ohniskovou vzdálenost 100 mm

2.2 Před sklopením zrcátka – mechanismus ostření a měření expozice

V době, kdy zrcátko není sklopené je snímač fotoaparátu, v případě digitální zrcadlovky, deaktivovaný a zakrytý závěrkou. Světlo v té chvíli proniká odrazem od zrcátka na matnici, kde se promítá obraz, který vidíme v hledáčku a odrazem od pomocného zrcátka k systému automatického ostření. Je to tedy chvíle, kdy se připravujeme pořídit fotografii a nastavujeme náš fotoaparát tak, aby se o okamžik později vzniklá fotografie co nejvíce podobala naším představám.

2.2.1 Zrcátko [3]

Zrcátko je klíčovým prvkem v těle fotoaparátu. Jeho přítomnost nebo absence v podstatě definuje třídu fotoaparátu, ať už digitálního či analogového. Historicky dříve než u jednookých zrcadlovek bychom jej našli u zrcadlovek dvouokých a ještě dříve dokonce i u dírkových komor z 18. století. Právě v 18. století začala být používána konstrukce se zrcadlem, která obraz promítala na průsvitný papír položený na skleněné desce na vrchu skříňky, což bylo praktické a pro diváky příjemné.⁶

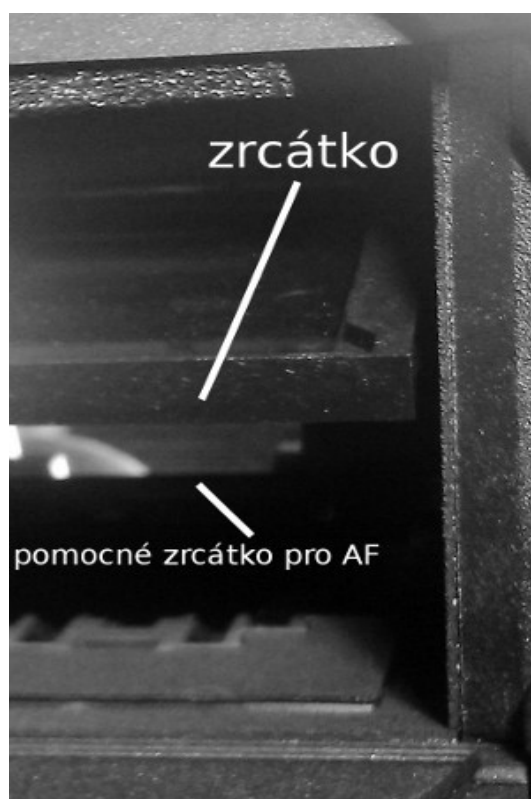
Na podobném principu je postaveno zrcátko i u dvouokých zrcadlovek. Zde je horním objektivem přiveden obraz na zrcadlo a promítán na matnici v horní části fotoaparátu. Za spodním objektivem již zrcadlo nenajdeme, jelikož pro něj není v tomto místě důvod. Obraz je promítán přímo na závěrku fotoaparátu, která se při pořizování fotografie rozevře a propustí světlo na snímač nebo filmové pole. Nedochozí tedy ke sklápění zrcátka a tím pádem ani ke zpoždění závěrky či záchvěvům fotoaparátu při stisku spouště. Tyto výhody udržovaly dvouoké zrcadlovky na výsluní i po nástupu prvních jednookých zrcadlovek, které se zpočátku výslednou kvalitou snímků a uživatelským pohodlím nedokázaly svému předchůdci rovnat.

6 Digitální zrcadlovky na cestě časem - 1. díl. *Digimanie* [online]. 1.10.2008, [cit. 2011-06-10]. Dostupný z WWW: <http://www.digimanie.cz/art_doc-5BBD989CDE087EB9C12574D3003E1CA6.html>.

U jednookých zrcadlovek jsou principy obou částí dvouoké zrcadlovky složeny v jeden a ve své podstatě jsou odděleny pohybem zrcátka. V klidové poloze tedy slouží, tak, jako horní část dvouokých zrcadlovek, k náhledu a nastavení, ve sklopené poloze pak jako část spodní, tedy k osvitlu snímáče. Nutno však upozornit, že během osvitlu snímáče je vyřazena z provozu náhledová část fotoaparátu, jelikož veškeré světlo proudí do části se snímáčem a není ani v minimální míře odráženo vzhůru k matnici a hledáčku.

2.2.1.1 Pomocné zrcátko [4]

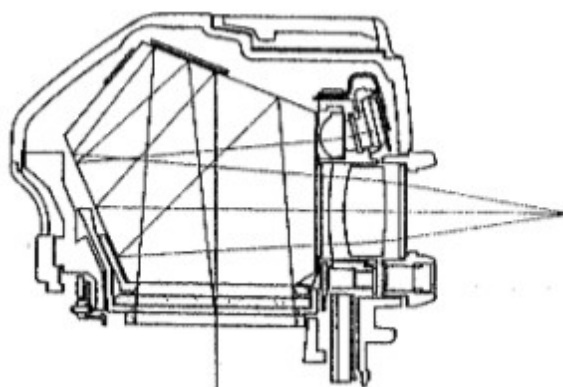
Samotné zrcátko je takzvaně polopropustné a tedy neodráží veškeré světlo směrem vzhůru k matnici a hledáčku, ale určitou jeho část propouští za sebe, kde jej odráží pomocné zrcátko k systému automatického ostření. Mechanismus lze vidět na obrázku 13. Pomocné zrcátko se při expozici sklápí spolu s hlavním zrcátkem, aby nijak nebránilo průniku světla do prostoru se snímáčem.



Obrázek 13: Pohled do prostoru zrcátka v DSLR fotoaparátu Canon EOS 20D; Zrcátko je na půl sklopené, aby bylo vidět i pomocné zrcátko.

2.2.2 Hledáček [7]

Hledáček digitálního fotoaparátu by se mohl jevit jako poměrně jednoduché zařízení. Alespoň v případě jednookých zrcadlovek (ať už digitálních či analogových – zde je princip ve své podstatě totožný) je tomu ale právě naopak. Součástí hledáčku je matnice, pentagonální optický hranol a systém pro měření expozice. Často pak nalezneme v hledáčku i displej informující fotografa o nastavených hodnotách clony, rychlosti závěrky, citlivosti snímáče, nastavení blesku a řadě dalších věcí, které si každý výrobce vybírá a určuje sám.



Obrázek 14: Konstrukce hledáčku jednooké zrcadlovky (Pindák, 2001, s.81)

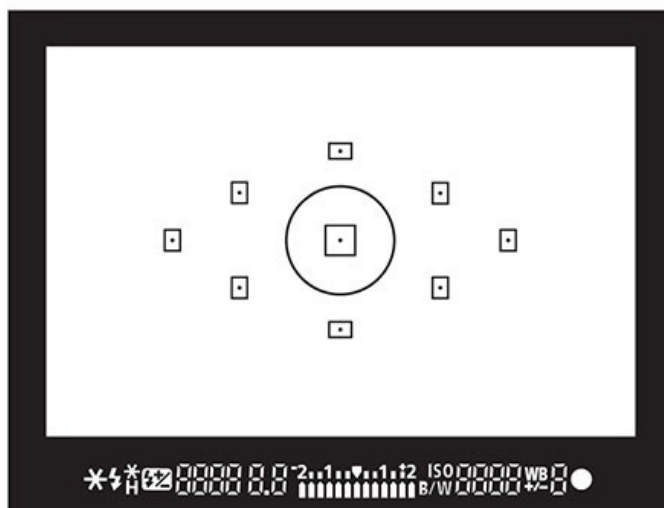
Konstrukce běžného hledáčku jednooké zrcadlovky, označovaného jako TTL (z angl. Through The Lens – skrz objektiv) je k vidění na obrázku 14. Jeho jednotlivým částem se budeme věnovat na následujících řádcích. Nutno také podotknout, že během příprav na pořízení fotografie je clona zcela otevřená, aby byl obraz v hledáčku co nejjasnější a aby všechny senzory v těle zrcadlovky měly dostatek světla pro svojí práci.⁷

7 PIHAN, Roman. Rozumíme DSLR - 1. Základní konstrukce, hledáček a senzor. *fotografovani.cz* [online]. 16.08.2006, [cit. 2011-06-10]. Dostupný z WWW: <http://www.fotografovani.cz/art/fotech_df/rom_dslr1.html>.

2.2.2.1 Matnice [5]

Zaostřovací matnice je součástí hledáčku jednookých a dvouokých zrcadlovek, na kterou je promítán obraz fotografované scény. (Pindák, 2001, s. 22) Již bylo zmíněno, že po průchodu optickou soustavou (objektivem) fotoaparátu je obraz převrácený. Tento převrácený obraz je promítán i na matnici tvořenou skleněným či plastovým plátnem. V hledáčku jsou zpravidla vidět body automatického ostření, či rozličné mřížky a obrazce. Tyto prvky se fyzicky nachází právě na ploše matnice. Ukázku matnice lze vidět na obrázku 15. Jednotlivé čtverce zde znázorňují body pro automatické ostření, dva půlkruhy uprostřed pak oblast pro kterou bude měřena expozice v případě využití bodového měření. Další zajímavostí je, že matnice je, zcela logicky, stejně daleko od konce objektivu, jako samotný senzor. Pokud by toto pravidlo nebylo dodrženo, došlo by k nesouhře ohniskové vzdálenosti a hloubky ostrosti mezi hledáčkem a snímačem.

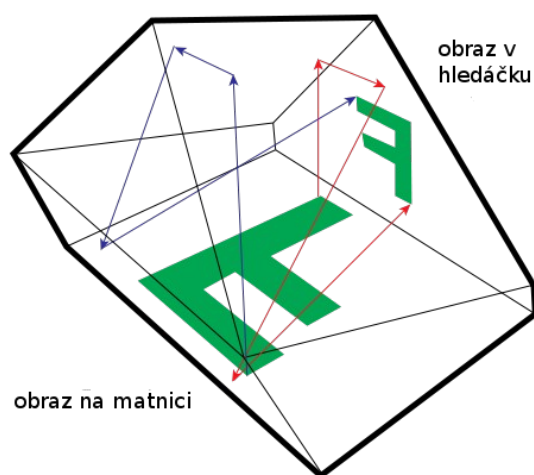
Vzhledem k tomu, že v praxi tato vzdálenost souhlasí (nebo by alespoň v každém případě souhlasit měla), získáváme na matnici velice věrnou podobu toho, co bude po sklopení zrcátka promítnuto i na snímač fotoaparátu či filmové pole. Právě v tom tkví jedna z hlavních výhod jednookých zrcadlovek, jelikož tato vlastnost je zachována za použití jakéhokoliv objektivu či dalších optických zařízení, jakými jsou například mezikroužky.



Obrázek 15: Matnice fotoaparátu Canon EOS 20D; Zdroj: <http://www.steves-digicams.com/camera-reviews/canon/eos-digital-rebel-xsi-slr/canon-eos-digital-rebel-xsi-slr-review-2.html>

2.2.2.2 Optický hranol [6]

Optický pentagonální hranol, zvaný též anglicky pentaprism, je dalším klíčovým prvkem hledáčku. Jeho úkolem je převrátit obraz promítnutý na matnici tak, aby opět odpovídal skutečnosti a obraz tedy nebyl převrácen podle horizontální ani vertikální osy. Způsob, jakým je toho pomocí pentagonálního hranolu dosaženo je vyobrazený zjednodušeně na obrázku 14 a reálně na obrázku 16, kde je k vidění jak horizontální, tak vertikální srovnání obrazu. Část obrazu je také odražena ke snímači pro měření expozice.



Obrázek 16: Pentagonální optický hranol;
Zdroj: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pentaprism>

2.2.2.3 Měření expozice

Měření expozice je prováděno malým CCD snímačem v hledáčku, za hranicí pentagonálního hranolu. Na obrázku 14 tento snímač vidíme vpravo nahoře. Jeho myšlenka je založena na faktu, že měří expozici jen a pouze podle obrazu, který proniká objektivem dovnitř fotoaparátu a tím pádem zohledňuje i použité filtry, objektivy i nastavení. Tím získává ohromný náskok před externími expozimetry, které se využívaly dříve. Tento způsob měření expozice se nazývá TTL (viz výše – sdílí označení s konstrukcí hledáčku, která je pro tento způsob měření expozice charakteristická).

I tento způsob měření expozice s sebou ale přináší jistou nevýhodu. Známým způsobem, jakým je možno jej zmást je ponechání volného průchodu

světla hledáčkem z druhé strany, což je poměrně běžné při fotografování ze stativu. V případě, že se chceme přesvědčit, že je expozice měřena právě v hledáčku, můžeme do hledáčku posvítit a náš fotoaparát nás okamžitě upozorní na přeexponovanou scénu. Z tohoto důvodu je ideální hledáček, pokud jej nevyužíváme, při fotografování zakrýt.

2.2.3 Systém automatického ostření

V tuto chvíli již víme, co se děje se světlem odraženým od hlavního zrcátka směrem do hledáčku. Jak již bylo řečeno, součástí zrcátka jednooké zrcadlovky je i pomocné zrcátko, které jistý zlomek obrazu posílá dolů k systému automatického ostření, označovaného jako autofocus (či autofokus) nebo jednoduše zkratkou AF.

Podle Pindáka je automatické ostření komplikovaný optoelektrický systém, na jehož počátku je AF čidlo a na konci signál pro elektromotorek pohánějící zaostřovací mechanismus. (...) V případě, že se AF čidlo skládá z více částí, je možné si speciálním tlačítkem vybrat v hledáčku oblast měření. (Pindák, 2001, s. 84) Jednotlivé oblasti měření odpovídají bodům vyznačeným na matnici (ty lze vidět na obrázku 15). Touto cestou si lze zvolit buďto konkrétní oblast ostření nebo naopak zvolit body všechny a nechat tento systém, ať sám rozhodne, co má být zaostřeno a co nikoliv. Tento způsob je často jedinou možností u levnějších fotoaparátů, které neumožňují například zaostřit na drobný předmět v popředí a nechat pozadí neostře.

U složitějších kompozic je samozřejmě ideální volbou ostření manuální, které ponechává fotografovi absolutní kontrolu nad veškerou optikou, tento, takzvaně bodový autofocus, může však být v mnoha případech rozumnou, kvalitní a rychlejší alternativou. Poslední možností je takzvané fixní ostření, kdy má fotoaparát pevně nastavené ostření na nekonečno a nedovolí fotografovi jakoukoliv změnu.

2.2.3.1 Pomocná čočka [8]

Pomocná čočka zaostřovacího systému rozhodně nepatří mezi klíčové prvky digitálního fotoaparátu a je v tomto seznamu uvedena spíše pro ucelenější popis jednotlivých částí fotoaparátu na úvodním nákresu (tedy na obrázku 1). Slouží pro lepší soustředění světla odraženého od pomocného zrcátka na snímač systému automatického ostření. U mnoha systémů se tato čočka ani nevyskytuje a snímač autofocusu je v horizontální poloze přímo pod zrcátkem.

Jiná situace ovšem nastává ve chvíli, kdy náš fotoaparát disponuje systémem fázové detekce. Ta svým způsobem připomíná digitální verzi již dlouho známého klínu, používaného k manuálnímu ostření u analogových zrcadlovek. V tomto případě jsou zde umístěny pomocné čočky, které na jednotlivé snímače posílají obraz z protilehlých částí pomocného zrcátka.

2.2.3.2 Senzor pro autofocus [9]

Autofocus lze rozdělit na aktivní a pasivní. Při tomto dělení zohledňujeme, zdali náš přístroj vysílá nějaký signál, který mu poté pomáhá ostřit, či jej pouze přijímá. V případě aktivního autofocusu se tedy jedná především o infračervený signál, který je, podobně jako je tomu u radarů, vyslán směrem k fotografovanému objektu. Podle doby odezvy, tedy času, za který se odražený signál vrátí zpět, lze určit vzdálenost objektu a pro tu pak nastavit optiku fotoaparátu. Jednoznačnou výhodou aktivního autofocusu je jeho rychlost, jelikož nemusí při měření vůbec pracovat s objektivem. Tomu jen, po dokončení měření, dodá správné nastavení. Další výhodou je možnost měření v noci či za nízkého osvětlení, jelikož si fotoaparát vysílá vlastní signál. Tento systém je ale spojený i s řadou nevýhod. Mezi nejdůležitější patří například neschopnost ostřit přes sklo či překážky různého druhu (pletivo, síť). Dále neumožňuje bodové ostření a ostří vždy na střed, nedokáže ostřit na zcela černé objekty, jelikož neodráží světlo (ani infračervené) či objekty, které jsou mimo dosah, který je obvykle kolem 6 m.

Druhou možností je tedy pasivní autofocus, se kterým se setkáváme u většiny dnešních fotoaparátů. Na rozdíl od aktivního systému ale žádný signál

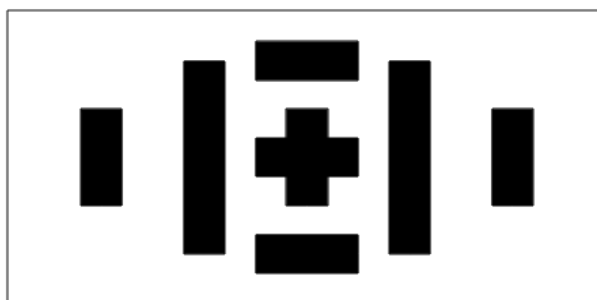
nevysílá, pouze na scénu nahlíží a ostří podle získaného obrazu. V případě kompaktních fotoaparátů je k tomuto účelu využíván hlavní snímač, u digitálních zrcadlovek, které jsou v této práci hlavním bodem našeho zájmu, zastává tuto práci zvláštní snímač CCD či CMOS umístěný ve spodní části fotoaparátu. Typický je pro pasivní autofocus pohyb objektivu vpřed a vzad, čímž hledá místo s ideální ostroty a tedy kontrastem hran nebo stejným obrazem na obou snímačích systému fázové detekce. Jelikož se jedná o skutečné TTL ostření, vidí snímač pro autofocus to samé, co fotograf v hledáčku i později hlavní snímač. Tudíž odpadá problém s černými objekty, lze fotografovat skrze síť, ploty, sklo. Dále také tento způsob ostření funguje i za použití mezikroužků a předsádek, které činí aktivní autofocus nepoužitelným.

Přestože je pasivní autofocus v mnoha případech výrazně pomalejší (platí pro kontrastní měření – často totiž zvolí špatný směr hledání ostroty a dojde tak až na konec a vrací se zpět) a potřebuje mnohem více světla pro správné fungování (proto si fotoaparáty za šera scény často přisvěcují pomocnou lampou, laserovou síťkou, která je často k vidění u přídatných blesků, nebo několika slabšími záblesky bleskové jednotky), jeho ohromnou výhodou je TTL ostření a možnost ostřit na různé body stojící mimo střed fotografované scény. Především z těchto důvodů najdeme právě tento systém v drtivé většině dnešních digitálních fotoaparátů.

2.2.3.2.1 Konstrukce kontrastního AF snímače

Jak již bylo zmíněno výše, zvýrazněné body na matnici odpovídají bodům, na které je bodový autofocus schopen ostřit. To je ale zcela závislé na samotné konstrukci snímače, který zpravidla sestává z několika dílčích CCD nebo CMOS snímačů. Tyto snímače mají zpravidla tvar proužku a pouze několik málo stovek pixelů. Jejich rozložení a natočení přesně odpovídá schopnostem ostření daného fotoaparátu. Jelikož se jedná o proužky, jsou tyto snímače schopné vnímat změny kontrastu pouze horizontálně nebo vertikálně. Může se tedy stát, že horizontální snímač nebude schopen zaostřit na vertikální hranu a vertikální snímač naopak nebude akceptovat hranu horizontální.

Pro lepší chápání rozložení jednotlivých snímačů v systému automatického ostření je zde uveden náčrtek vstupních otvorů k jednotlivým AF snímačům. Odpovídá otvorům u fotoaparátu Canon EOS 20D, aby bylo možné porovnat rozložení jednotlivých snímačů s body na matnici na obrázku 15, které naznačují, zdali je daný snímač horizontálně či vertikálně zaměřený. Obrázky 15 a 17 tedy znázorňují různé části stejného fotoaparátu, aby byla spojitost mezi body na matnici a konstrukcí AF snímače jasně viditelná.



Obrázek 17: rozložení vstupních otvorů k jednotlivým snímačům systému automatického ostření u fotoaparátu Canon EOS 20D

2.2.3.2.2 Konstrukce AF snímače s fázovou detekcí

V tomto případě je snímač autofocusu tvořen dvojicí mikročoček a dvojicí drobných CCD snímačů. Čočky soustředí do jednotlivých snímačů obraz z protilehlých stran pomocného zrcátka a na snímačích se pak vyhodnocuje rozdíl obrazu. Podobně jako u klínového manuálního ostření je tedy obraz rozložen na dvě části, které se v momentě správného zaostření sesynchronizují. Pomocí této technologie lze tedy dosáhnout mnohem rychlejšího ostření, jelikož je možné určit kterým směrem ostřicí jednotku objektivu posouvat. Nemůže tedy dojít k posunu optiky v chybném směru, jako je tomu v případě kontrastního měření ostroty.⁸

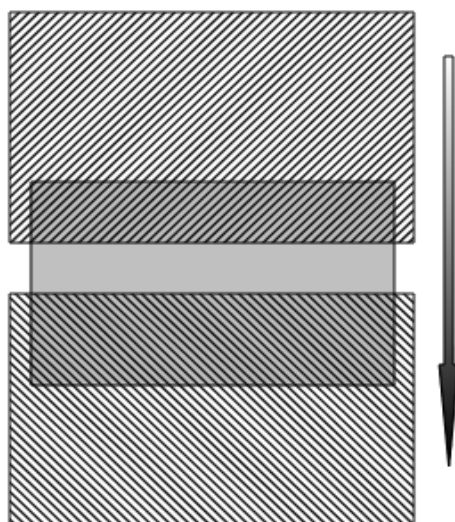
8 Názorná aplikace pro snazší pochopení této techniky je k nahlédnutí na webové stránce Stanford Computer Graphics Laboratory a tedy:
<http://graphics.stanford.edu/courses/cs178/applets/autofocusPD.html>.

2.3 Po sklopení zrcátka – pořizování fotografie

V okamžiku, kdy dojde ke sklopení polopropustného zrcátka, již neprochází žádné světlo skrze matnici do hledáčku fotoaparátu ani k systému automatického ostření. Veškeré světlo procházející skrze objektiv dopadá pod sklopeným zrcátkem do prostoru světlocitlivého senzoru. Prochází přes závěrku, jejíž rychlost přesně reguluje dobu osvitů senzoru, sadu filtrů a až k samotnému senzoru, kde jsou zaznamenána surová data o obraze. Ta jsou později zesílena a zdigitalizována analogově/digitálním převodníkem. Posledním krokem je jejich interpretace a uložení do výstupního grafického formátu.

2.3.1 Závěrka [10]

Závěrka fotoaparátu je zařízení určující dobu osvitů světlocitlivého čipu nebo filmového pole a přímo tak ovlivňující celkové množství světla pohlceného snímačem při pořizování fotografie. Pokud uvažujeme skutečně fyzicky přítomnou závěrku v těle fotoaparátu, hovoříme pak o mechanické závěrce, která může být buďto centrální nebo štěrbinová.



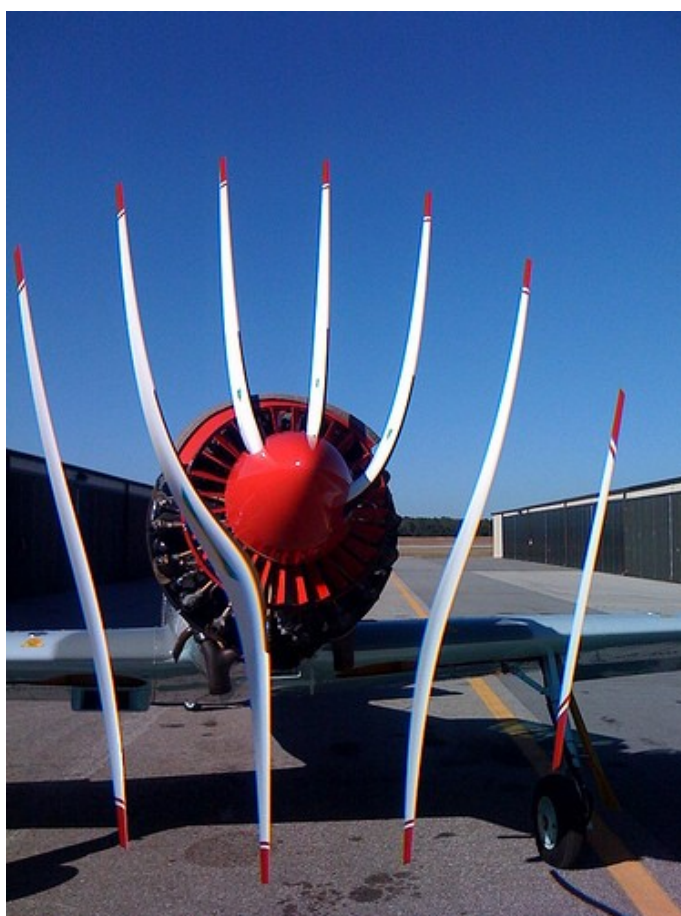
Obrázek 18: Ilustrace štěrbinové závěrky; šrafované žaluzie postupně odkrývají a zakrývají snímač, na který štěrbinou mezi nimi dopadá světlo

V případě centrální závěrky se jedná o závěrku kruhového tvaru, která je uložena v těle objektivu fotoaparátu. Je tvořena prstencem se třemi a více tenkými kovovými lamelami, které se při otáčení prstence otevírají či zavírají. Centrální závěrky se používají u téměř všech levných kompaktních fotoaparátů a u naopak velice nákladných středoformátových fotoaparátů. Zvláštním případem jsou dvouoké zrcadlovky, kde se s touto technologií můžeme setkat také.

Štěrbínová závěrka je k vidění u jednookých zrcadlovek a to jak digitálních, tak analogových. Je založena na systému dvou protilehlých žaluzií, které jsou při neaktivním stavu rozložené za sebou. Při pořizování snímku vždy jedna žaluzie pole snímáče odkrývá a druhá zakrývá. U dlouhých expozičních časů se první žaluzie složí, pak je exponován snímek a poté druhá žaluzie snímáče z druhé strany zakryje. Při krátkých expozičních časech dochází k zakrývání snímáče druhou žaluzií již během jeho odkrývání žaluzií první. Tím mezi žaluziemi vznikne štěrbina, která dala tomuto typu závěrky jméno. Princip štěrbínové závěrky lze vidět na obrázku 18.

Dvou protilehlých žaluzií je potřeba pro rovnoměrné osvětlení snímáče. Pokud by byla závěrka realizována pouze jednou žaluzií, docházelo by k nerovnoměrnému osvětlení – na vzdálené straně by snímáč pochytil citelně větší množství světla než na bližší. Při použití štěrbínové závěrky tedy není celý snímáče osvětlován v přesný okamžik, ale postupně. Následkem toho pak může být deformace v případě rychle se pohybujících objektů. Zpravidla se jedná o nepatrné naklonění pohybujícího se prvku fotografie, v případě vysokých rychlostí, jaké se vyskytují například u vrtulových motorů letadel či při úderu blesku. Během expozice pak dochází ke skutečně překvapivým výsledkům, jak je vidět například na obrázku 19.

U digitálních fotoaparátů se můžeme setkat i s takzvanou elektronickou závěrkou, která je postavena jednoduše na tom, že se data ze snímáče odečítají pouze po určitý časový úsek. Nemá tedy ve fotoaparátu fyzickou podobu a jedná se spíše o technologii, nežli část fotoaparátu. Její nespornou výhodou je nízká cena a možnost dosahovat extrémně krátkých časů, které jsou pomocí mechanické závěrky nedosažitelné.



Obrázek 19: Deformace točící se vrtule letadla při použití fotoaparátu se štěrbinovou závěrkou; Zdroj: <http://maisonbisson.com/blog/post/15457/call-it-rolling-shutter-or-focal-plane-shutter-it-looks-weird-cool/>

U většiny modelů se setkáváme s kombinací mechanické závěrky (delší a střední časy) a elektronické závěrky (krátké a velmi krátké časy).⁹ Tímto způsobem je nám značná část digitálních fotoaparátů schopna nabízet tak širokou škálu expozičních hodnot. Běžně se doba expozice označuje ve zlomcích sekundy, nejčastěji 1/100 – 1/1000. U mnohých digitálních zrcadlovek se vyskytuje i možnost po stisku spouště závěrku otevřít a po opětovném stisku opět zavřít, čímž lze dosáhnout velmi dlouhých expozičních časů a mnohdy i zajímavých efektů.

9 *Digitál pod lupou* [online]. [cit. 2011-06-09]. Dostupné z WWW: http://www.azfoto.cz/informace/digital_pod_lupou/zaverka.

2.3.2 Sada filtrů před senzorem [11]

Je známým faktem, že mezi světlem a světlem vnímaným lidským okem je značný rozdíl. Jelikož je lidské oko schopno vnímat užší část spektra, než digitální snímače, je potřeba odstranit složky, které by pro lidské oko po zaznamenání působily nepřírozeně. Jednotlivé pixely snímače nejsou nijak citlivé na barvu, ale pouze na intenzitu světla. V ideálním případě by tedy až ke snímači neprocházely žádné paprsky, které by byly neviditelné pro lidské oko. Především se jedná o ultrafialové a infračervené světlo.

Jednotlivými filtry je dosaženo toho, že lze s vysokou přesností určit barvu příslušnou danému pixelu. Značná část těchto filtrů je ale přímou součástí samotných snímačů a proto budou projednávány až později. Několik filtrů ale stojí skutečně ještě před snímačem a jejich úkolem je zajistit pro lidské oko co nejpřírozenější snímek. Ten musí být neviditelnými složkami světla ovlivněn co možná nejméně.

Přítomnost těchto filtrů je výrazně cítit například při pořizování infračervených fotografií, kde je potřeba velice dlouhých expozičních časů pro dostatečný osvit snímače. To je způsobeno právě IR (z angl. infrared – infračervený) filtrem před snímačem.

Dalším problémem, který je potřeba řešit, než světlo dopadne na plochu snímače, jsou falešné objekty a tvary, tedy alias a moiré. V tomto případě se jedná o velice nepříjemný jev, který se často vyskytuje při snímání objektů s pravidelnými vzory, jako například proužkovaná košile na obrázku 20. Jedná se o efekt způsobený pravidelným uspořádáním pixelů u digitálního snímače a tudíž se s ním nepotýká analogová technologie, kde jsou jednotlivá zrna na filmovém poli umístěna zcela náhodně. Tento problém je řešen takzvaným low-pass filtrem, který nepropustí ke snímači signál o vyšší frekvenci, než jakou je fotoaparát schopen kvalitně navzorkovat. Starší fotoaparáty využívají tenkou fólii, která celý obraz mírně rozmaže.¹⁰ Jedná se o rozmazání opravdu minimální, přibližně

¹⁰ Ask A Scientist [online]. 8/1/2004 [cit. 2011-06-18]. Optical Low Pass Filter . Dostupné z WWW: <<http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/eng99/eng99312.htm>>.

o jediný pixel, takže není pro lidské oko zdaleka tak nepříjemné, jako moiré či alias, které dokáží pořízenou fotografii zcela znehodnotit.

Obraz je tedy zbaven nežádoucích částí barevného spektra a případně i mírně rozmazán před tím, než je propuštěn na samotný snímač. Po nasnímání je potřeba obrázek kvalitně navzorkovat a často i jemně doostřit. Touto cestou se zabrání falešným tvarům, aniž by utrpěla výsledná ostrost snímku.



Obrázek 20: Moiré efekt u pruhované košile; Zdroj <http://www.todayandtomorrow.net/2010/06/16/moire-shirt/>

Posledním z řady filtrů (přestože fyzicky prvním v pořadí) je protiprachový filtr. V tomto výčtu je uveden až na konci, jelikož nemá v ideálním stavu žádný vliv na obraz snímáný senzorem fotoaparátu. Je tvořen tenkou fólií připevněnou k rámu s ultrazvukovou jednotkou. Při čištění rozvibruje ultrazvuk fólii, ze které spadnou veškeré částičky prachu. Mnohdy je tento systém doplněný i o lepicou pásku pod filtrem, kde se prach zachytí a nevrátí se tak zpět do prostoru snímače, který je potřeba udržovat v naprosté čistotě.

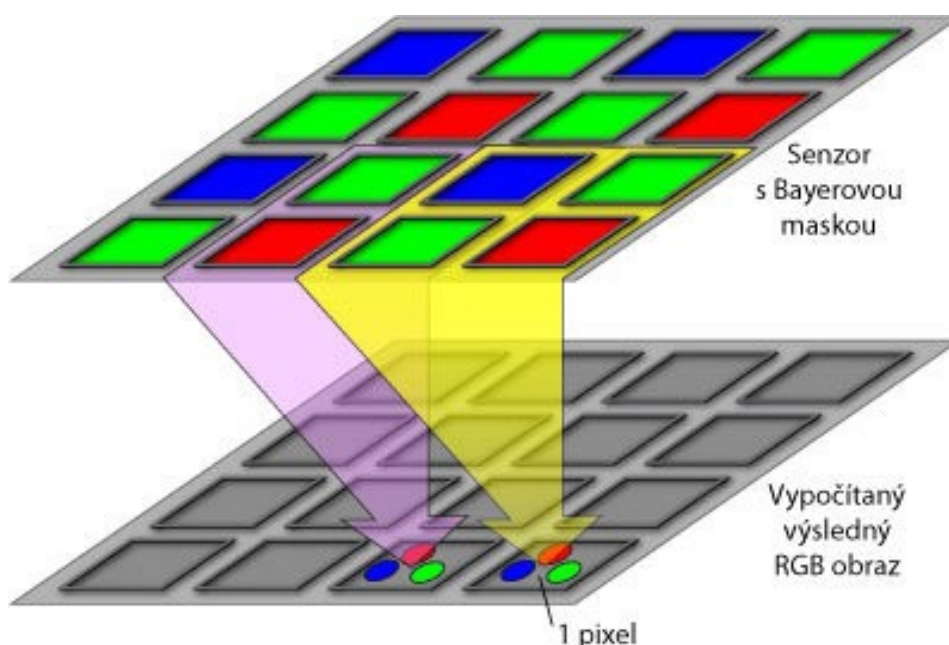
2.3.3 Světlocitlivý snímač [12]

Hlavním bodem, kterým se digitální fotoaparáty odlišují od svých analogových předchůdců, je nahrazení filmu světlocitlivým snímačem. Zatímco u analogového fotoaparátu docházelo k expozici halogenidů stříbra, která vedla

k chemickým reakcím na ploše filmu, u digitálního fotoaparátu vytváří množství dopadajících fotonů na jednotlivých buňkách (či senzorech) určité napětí, které lze z daných buněk odečíst a zjistit tak intenzitu světla, které na ně během expozice dopadlo.

Dříve, než se světlo dostane do fotocitlivých buněk čipu, projde různými filtry zprostředkujícími barevnou informaci. Kdyby k tomuto nedocházelo, výsledné snímky by byly pouze černobílé. (Studio Imago, 2006, s. 20) Tyto filtry rozdělují světlo na jeho červenou, zelenou a modrou složku (RGB), díky čemuž je snímač schopen získat barevnou informaci u každého pixelu.

Z grafických bitmapových editorů jsme zvyklí, že pixel je jeden bod, který nelze dále dělit. U snímačů (či naopak zobrazovacích zařízení) to ale neplatí. Zde je každý pixel tvořen skupinou buněk, které společně dodávají kompletní barevnou informaci. Buňka s červeným filtrem interpretuje intenzitu červené barvy v daném bodě, buňka s modrým interpretuje stejným způsobem intenzitu modré a nejinak je tomu v případě buňky s filtrem zeleným. Tento způsob rozdělení světla na jednotlivé složky se nazývá Bayerova maska a je k vidění na obrázku 21.



Obrázek 21: Bayerova maska a složení pixelu pomocí interpolace; Zdroj: http://www.fotografovani.cz/art/fozak_df/rom_1_09_sensor.html; opravena chyba v barvě jednoho z filtrů

Bayerovu masku lze popsat jako mozaiku jednotlivých RGB filtrů příslušících jednotlivým buňkám s rovnoměrným rozložením červených a modrých filtrů a dvojnásobným množstvím filtrů zelených. Na zelenou barvu je lidské oko nejcitlivější a tudíž dává právě zelený odstín nejdůležitější informaci o výsledné barvě a celkovém jasu libovolného pixelu. Jednotliví výrobci si ale masku přizpůsobují vlastním představám a tak je možné se setkat s modrozeleným čtvrtým pixelem či filtry rozkládající barevné spektrum na zcela odlišné dílčí barvy.

Po expozici putuje elektrický signál z jednotlivých buněk na analogově digitální převodník (většinou uváděn pouze jako A/D převodník), kde dochází k převedení dat do digitální podoby. Počet úrovní jasu, jaké je fotoaparát schopen zpracovat je dán právě rozsahem A/D převodníku. Rozpětí A/D převodníků je běžně od 8b do 16b, tedy od 256 do 65536 úrovní. Tato data jsou z jednotlivých bodů přenesena do obrazového procesoru, který složí informace z jednotlivých buněk a určí výsledné barvy konkrétních pixelů. Pomocí interpolace, znázorněné na obrázku 21, je dosaženo lepšího využití plochy snímáče. Není totiž potřeba, aby každému pixelu odpovídaly 4 buňky, jelikož jsou jednotlivé buňky využívány pro více pixelů. 1 pixel tedy tvoří 4 buňky, 2 pixely 6 buněk, 4 pixely 9 buněk, 6 pixelů 12 buněk a tak dále.

2.3.3.1 Druhy

Na trhu s digitálními fotoaparáty je možné narazit na veliké množství různých firem, které si navzájem konkurují. Přestože základní principy fungování digitálních fotoaparátů zůstávají stejné, jednotliví výrobci se snaží přicházet s novými pohledy a nápady k vylepšení dosavadních standardů. Mezi hlavní technologie, které spolu v oblasti světlocitlivých snímáčů soupeří jsou snímáče CCD a CMOS a jejich, různými způsoby upravené, verze. Na internetu se lze setkat s mnoha diskusemi projednávajícími, která z technologií je lepší a podává kvalitnější obraz. Je tedy nutno podotknout že světlocitlivé buňky jsou v podstatě stejné a hlavní rozdíl je tedy ve sběru dat a v celkovém přístupu k dané problematice. Výsledná kvalita snímku u moderních fotoaparátů neumožňuje jednoznačnou identifikaci použitého snímáče.

2.3.3.1.1 CCD

CCD neboli zařízení s vázanými náboji (zkratka z angl. Charge-Coupled Device) je elektronická součástka, která využívá svoji schopnost transportovat signál z buněk skrze jiné buňky, aniž by tím utrpěla kvalita signálu.¹¹ Její plošnou verzi dodnes používá značná část fotoaparátů ke snímání obrazu, přestože historie CCD sahá až do roku 1969. Tento snímač umožňuje různé metody sběru dat:

- plošný sběr – nejrychlejší metoda, při které je elektrický náboj sbírán vysokou rychlostí ze všech elementů najednou. Z toho plyne, že nepotřebují mechanickou závěrku expoziční doba tedy může být velice krátká (až 1/10000s).¹²
- progresivní sběr – metoda nejpomalejší, při které jsou náboje sbírány po jednotlivých řadách do posuvného registru, ze kterého jsou posílány k zesilovači a A/D převodníku
- prokládaný sběr – zde náboje přecházejí do pomocných posuvných registrů, ze kterých postupují do hlavního registru a poté po jednom k zesilovači

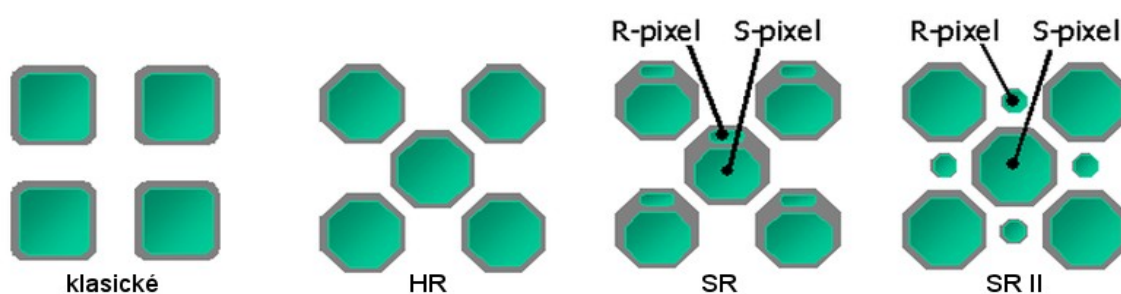
Vzhledem k poměrně komplikovanému systému, který se zásadně liší od klasických integrovaných obvodů ale není možno přímo do plochy snímače zakomponovat zesilovač a A/D převodník, které musí být na samostatné ploše. Následkem tohoto faktu je potřeba dodávat napájení do více míst, což dodatečně zvyšuje vysoký odběr energie, který je pro CCD snímače typický. Mezi další nevýhody patří složitost celé konstrukce a vysoké výrobní náklady. Velikou výhodou byl vždy nižší šum. Tento argument pro CCD snímače již ale s neustálým zdokonalováním CMOS snímačů pomalu zaniká.

11 *Fotografavani.cz* [online]. 11.03.2009 [cit. 2011-06-19]. Obrazové problémy digitální fotografie I.- Senzor. Dostupné z WWW: <http://www.fotografavani.cz/art/fotech_df/rom_trouble1.html>.

12 *Digimanie.cz* [online]. 2003 [cit. 2011-06-19]. Digitální fotoaparát V: Světlocitlivé snímací prvky. Dostupné z WWW: <http://www.digimanie.cz/art_doc-D80A41BB4E82A7AFC1256CC60031E152.html>.

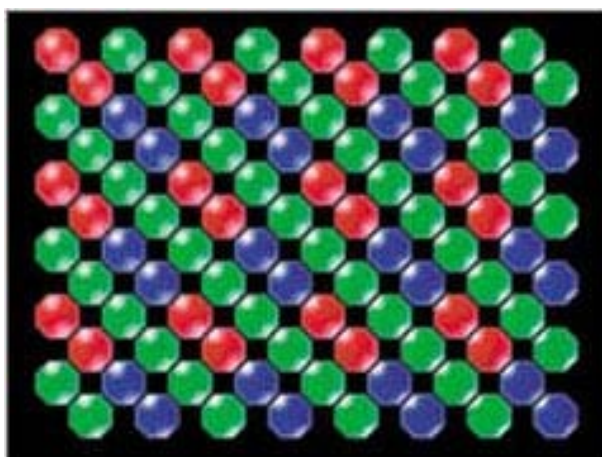
Jedním z hlavních zastánců a inovátorů CCD snímačů je společnost Fuji, která se několikrát snažila celý systém vylepšit. V roce 1999 představila snímač Super CCD. Tento snímač má pozměněné rozložení světlocitlivých buněk. Struktura celého snímače je otočena o 45°, což pramení z poznatku, že lidské oko je citlivější na horizontální a vertikální linie, než na linie diagonální. Další změnou je, že mají buňky tvar osmihranů, díky čemuž mohou být blíže u sebe a celý snímač dosahuje na stejné ploše vyššího rozlišení. V roce 2003 dostal označení HR (z angl. high resolution – vysoké rozlišení). Díky mikročočkám u každé buňky a plošnému sběru dat je snímač citlivější na světlo a velice rychlý.

Roku 2003 byl také poprvé představen snímač Super CCD SR (z angl. Super dynamic Range – vysoký dynamický rozsah), kde bylo pomocí druhé, méně citlivé, pomocné čočky, dosaženo dvou verzí jednoho snímku. První verze byla tmavá a druhá světlá a jejich složením vznikla fotografie s vyšším dynamickým rozsahem a zároveň nižším šumem. Jednotlivé verze Super CCD snímače předkládá obrázek 22.



Obrázek 22: Vývoj Super CCD snímače; Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/Super_CCD; přeloženo do ČJ

Poslední inovací z dílny Fuji je Super CCD snímač nesoucí označení EXR, který staví jednotlivé buňky tak, aby bylo v případě špatného osvětlení sečíst výsledky dvou, vedle sebe ležících, buněk. Tím se sice sníží celkové rozlišení na polovinu, ale citlivost snímače se zdvojnásobí bez zvýšení šumu. Naopak je šum tímto procesem potlačen a je dosaženo lepšího dynamického rozsahu, jelikož se opět skládá obraz ze dvou snímku, jako je tomu v případě snímačů SR. Rozložení jednotlivých buněk EXR snímače je k vidění na obrázku 23.



Obrázek 23: Rozložení buněk u snímače Super CCD EXR; Zdroj: <http://www.dpreview.com/news/0809/08092210fujifilmEXR.asp>

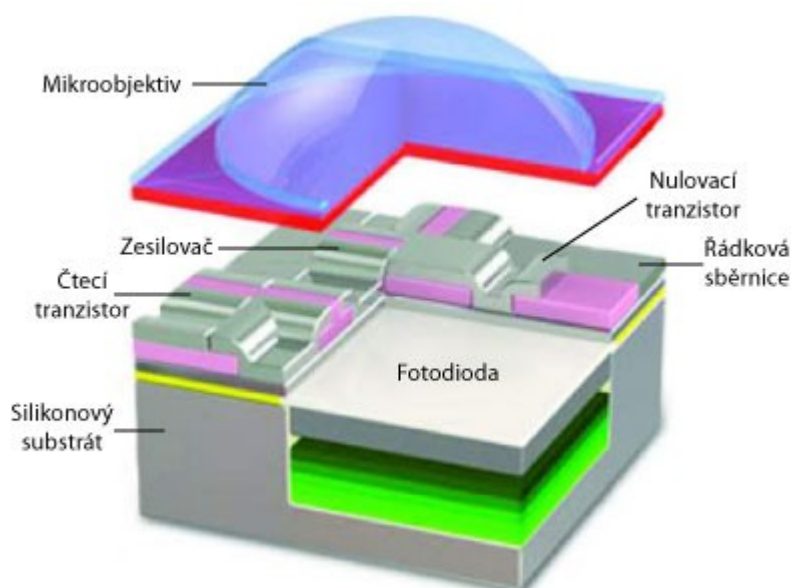
2.3.3.1.2 CMOS

Ohromnou výhodou CMOS (z angl. Complementary Metal-Oxide-Semiconductor; česky doplňující se kov-oxid-polovodič) snímače je fakt, že je možno jej vyrábět stejným procesem, jako ostatní integrované obvody, což zásadním způsobem snižuje jeho výrobní náklady a zároveň umožňuje přímo do senzoru zabudovat řadu dalších obvodů. K provozu celého systému postačí jediné napájení, což přispívá k celkově nízké spotřebě, které odpovídá přibližně 2 % spotřeby snímače CCD.

CMOS snímače se dělí na pasivní (PPS – Passive Pixel Sensor) a aktivní (APS – Active Pixel Sensor). Pasivní snímače CMOS spoléhají na dopadající světlo a jím generovaný náboj, který posléze odesílají na zesilovač a A/D převodník, podobně jako je to u CCD. Tato verze je ale velice náchylná na šum a výsledný obraz není příliš kvalitní. Aktivní CMOS snímače však disponují zvláštním obvodem, který data analyzuje a snaží se, v co největší míře, šum eliminovat. Dále má každá světlocitlivá buňka svůj vlastní zesilovač a digitalizační obvod, takže se zesílení analogového signálu a převod na signál digitální děje pro každou buňku zvlášť a okamžitě.

Možnost integrace jednotlivých obvodů přímo na snímač má ale i svou negativní stránku – snižuje aktivní plochu snímače. Tento problém ale řeší umístění mikročoček či mikroobjektivů nad jednotlivé buňky. Takto se světlo koncentruje přímo do světlocitlivé části buňky a poskytuje po analýze a zesílení

kvalitní informace o intenzitě daného bodu. Konstrukci buňky CMOS snímače je možné vidět na obrázku 24.

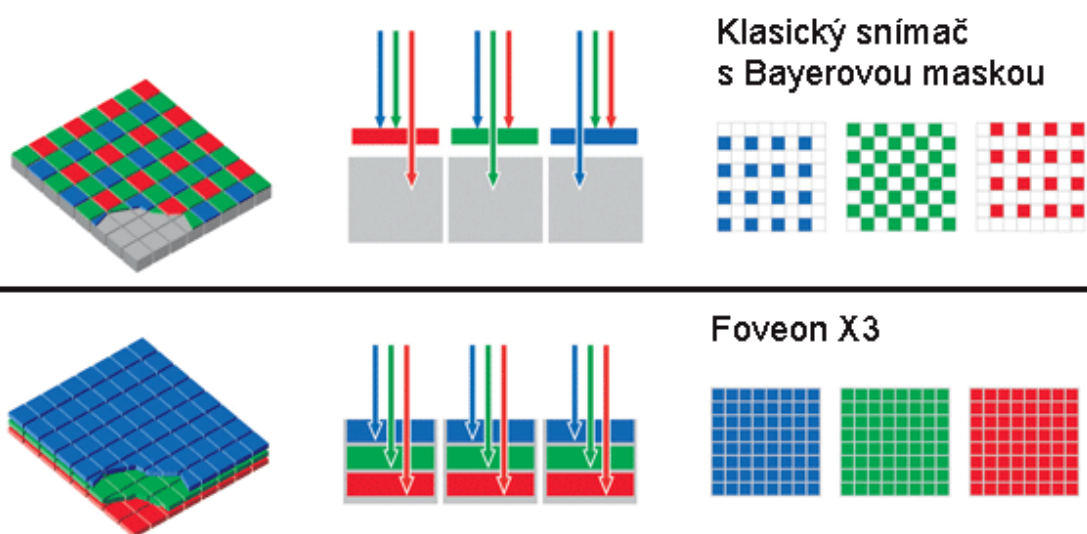


Obrázek 24: Světlocitlivá buňka CMOS snímače; Zdroj: http://www.fotografovani.cz/art/fotech_df/rom_trouble1.html

Zásadní rozdíl oproti CCD však spočívá v přístupu k jednotlivým buňkám. CMOS snímače již nevyužívají posuvných registrů jako je tomu v případě CCD, ale poskytují přímou adresaci jednotlivých buněk, které provádí výstup dat již v digitální podobě, podobně jako je tomu například u počítačových pamětí.

Speciálním druhem CMOS snímače je Foveon X3, vyvíjený společností Foveon, která je součástí Sigma Corporation. V tomto případě se digitální snímání obrazu nejvíce přibližuje barevnému filmu. Není zde totiž potřeba využívat Bayerovu masku, ale všechny světlocitlivé prvky jsou schopny zaznamenat všechny tři složky RGB. Uspořádání filtrů není mozaikové, ale vrstvené. Každý bod je zde tvořen třemi fotodetektory, které tvoří jeden pixel s kompletní barevnou informací.

Celý systém je založený na vlastnostech křemíku, který pohlcuje barevné spektrum podle tloušťky vrstvy. Nejprve je pohlcována modrá, pak zelená a nakonec červená. Tím je dáno i pořadí jednotlivých vrstev. Díky úspoře místa získaného touto technologií dokáže snímač Foveon X3 disponovat



Obrázek 25: Odlišný způsob zaznamenávání barevné informace u klasického CCD či CMOS snímače a způsob záznamu snímače Foveon X3; Zdroj: <http://4um.overclocking.cz/showthread.php?t=67873&page=1>

až čtyřnásobným rozlišením oproti běžnému CCS či CMOS snímači o stejné ploše. Způsob záznamu barevné informace pixelu lze vidět na obrázku 25.

O vývoj této technologie se zasloužila společnost Sigma, která od roku 2002 nabízí digitální jednooké zrcadlovky vybavené právě tímto snímačem. Dosud posledním zástupcem jednookých zrcadlovek se snímačem Foveon X3 je Sigma SD1, která je zároveň i nejvyšším modelem v nabídce této společnosti. Cena se však v době vzniku této práce pohybuje okolo 170 000 Kč, což činí Sigmu SD1 jednou z nejdražších digitálních zrcadlovek, jaké kdy byly na trhu dostupné.

2.3.3.1.3 Dodatek

Jak již bylo uvedeno výše, dohady ohledně kvalit jednotlivých snímačů jsou zcela bezpředmětné, jelikož jak CCD, tak CMOS snímače poskytují v dnešní době velice kvalitní obraz. Budoucí vývoj, spojený s neustálou miniaturizací, však ukazuje jednoznačně ve prospěch snímačů typu CMOS. Jejich nízká cena a spotřeba a stále se zvyšující kvalita jsou příliš silnými argumenty, kterým CCD nedokáže odolávat příliš dlouho. Nové technologie v podobě snímače Foveon X3 jsou stále příliš čerstvé a finančně náročné, než aby byly schopné zásadním způsobem ovlivnit dění ve světě digitálních fotoaparátů. Tyto snímače, které jsou v tuto chvíli spíše oživením trhu, ale v budoucnu jistě ukáží svou sílu.

2.3.3.2 Citlivost

Existují tři základní principy, které určují expozici výsledného snímku a je tedy třeba je chápat a ovládat. Jedná se o clonu, rychlost závěrky a citlivost snímáče. Zjednodušeně řečeno nám clona ovlivňuje množství světla, které na snímáč dopadá, rychlost závěrky definuje dobu, po kterou je snímáč tomuto světlu vystaven a citlivost představuje rychlost, s jakou jsou data o obraze zaznamenávána.

O rychlosti záznamu světla lze ale hovořit pouze v případě analogového fotoaparátu a kinofilmového pole. Digitální snímáč totiž vždy zaznamenává tolik světla, kolik je mu umožněno a uvedená citlivost představuje pouze úroveň zesílení signálu převzatého ze světlocitlivého čipu. Nezesílená hodnota zpravidla odpovídá nejnižší nastavitelné citlivosti snímáče.

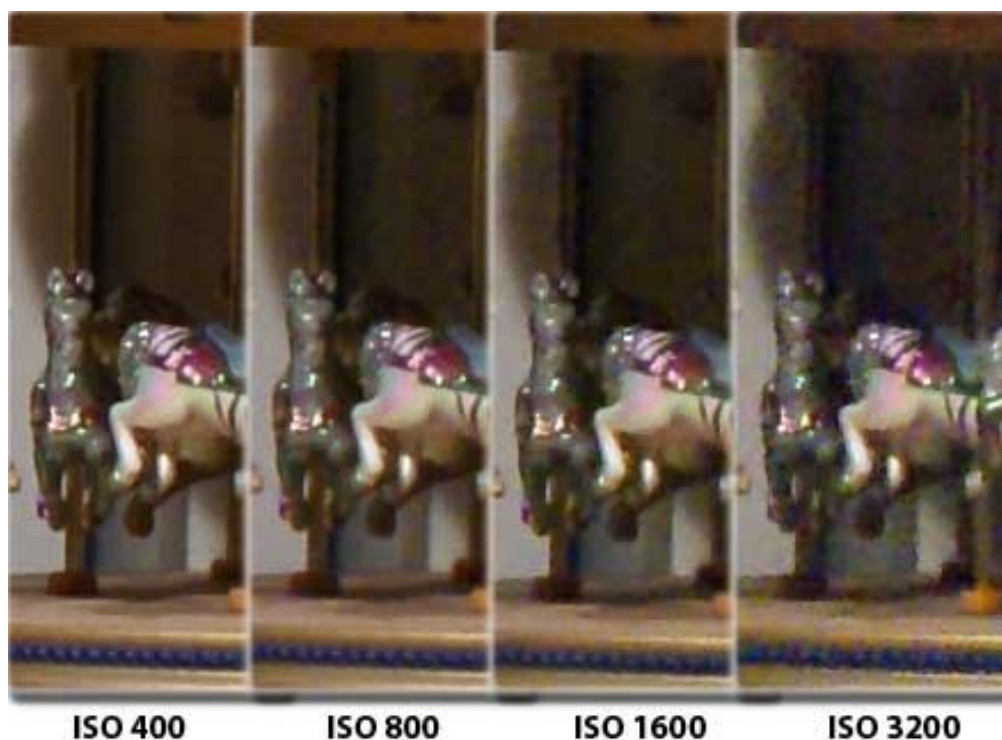
Vyšší citlivost snímáče nám tedy dovolí fotografovat za horších světelných podmínek, s vyšším clonovým číslem či rychlostí závěrky. Filmy s vyšší citlivostí byly charakteristické svou citelnou zrnitostí, která ale, podle mnohých, přispívala ke kouzlu analogové fotografie a byla často využívána úmyslně z estetických či dokonce uměleckých důvodů. Digitální alternativou k filmové zrnitosti je šum, který ale v žádném případě nepřispívá ke kvalitě či kouzlu výsledné fotografie, ale naopak ji může do značné míry degradovat.

Jak bylo zmíněno dříve, jednotlivé buňky snímáče nezachycují barevné odstíny, ale pouze množství světla procházejícího přes jednotlivé filtry. Čím větší je energie dopadajícího světla, tím větší napětí v jednotlivých buňkách vzniká. Vlivem vnitřních i vnějších elektromagnetických vlivů zde ale může docházet k falešným hodnotám, které vytváří v celkovém obraze jistý šum. Ten bývá u nižší citlivosti poměrně slabý a nevýrazný, avšak se zesílením signálu je zesilován i šum, který je s každým krokem výraznější, jak je k vidění na obrázku 26.

K označení citlivosti filmu či snímáče existuje několik norem, z nichž nejznámější jsou DIN a ASA, ze kterých později vznikla norma ISO, která tyto normy spojuje v jednu. Setkat se tedy můžeme s hodnotou ISO v několika tvarech:

- aritmetickém: ISO 100
- logaritmickém: ISO 21°
- spojeném: ISO 100/21°

V aritmetickém tvaru odpovídá normě ASA, v logaritmickém tvaru normě DIN. Základní citlivostí snímačů bývá většinou právě hodnota ISO 100 a v naprosté většině případů je vyjadřována v aritmetické podobě.



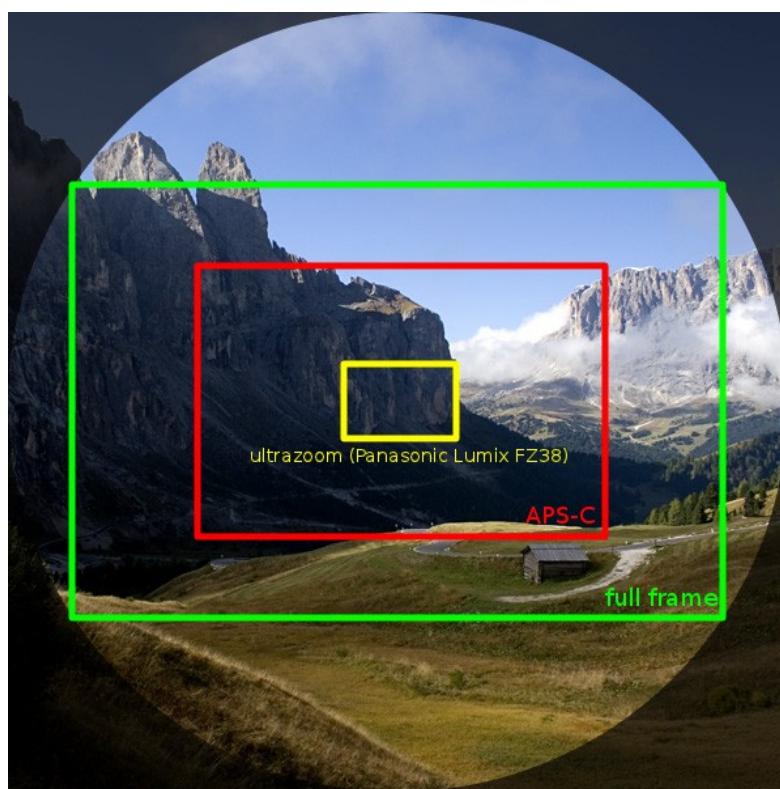
Obrázek 26: Vliv citlivosti snímače na zesílení šumu u fotoaparátu Sony Alpha a200; Zdroj: <http://www.cnet.com.au/sony-alpha-dslr-a200-image-samples-339286675.htm>

2.3.3.3 Crop factor

Crop factor neboli přepočítání ohniskové vzdálenosti je po dlouhá léta tématem mnoha debat fotografických nadšenců a zároveň i zdrojem rozčarování začínajících fotografů. Tento pojem stojí kdesi na půl cesty mezi objektivem a senzorem, jelikož, přestože je ohnisková vzdálenost čistě vlastností objektivu, má na její výslednou hodnotu značný vliv velikost samotného senzoru.

Ohnisková vzdálenost objektivu je totiž jakousi syrovou informací, která, v případě, že nedisponujeme analogovým fotoaparátem s 35mm filmem nebo digitálním fotoaparátem s full frame senzorem (který velikostí odpovídá 35mm filmovému poli), potřebuje náležitých úprav. K označení přepočtu ohniskové vzdálenosti se v tomto případě využívá právě crop factor.

Pro rychlé pochopení oč se v případě crop factoru jedná a jak drastickým způsobem má velikost čipu vliv na přiblížení obrazu výsledný úhel záběru může posloužit obrázek 27. Na něm v podstatě vidíme kruhový obraz, který prochází objektivem a pod sklopeným zrcátkem dopadá do prostoru se senzorem fotoaparátu po stisku spouště. Zelenou linkou je ohraničen záběr senzoru o velikosti kinofilmového pole, tedy full frame senzoru. Červenou linkou je ohraničen záběr senzoru APS-C, který je standardem u většiny dnešních zrcadlovek. Poslední, žlutá linka pak ohraničuje záběr senzoru ultrazoomového fotoaparátu, v tomto konkrétním případě se jedná o Panasonic Lumix FZ38.



Obrázek 27: Vliv velikosti snímáče na výsledný úhel záběru; světlý kruh znázorňuje obraz procházející objektivem a dopadající do prostoru světlocitlivého čipu; zelená linka představuje full frame snímáče s crop factorem 1, červená linka APS-C snímáče s crop factorem 1,6 a žlutá linka ultrazoom s crop factorem 5,8.

Jak je z obrázku 27 zjevné, velikost zaznamenané části obrazu záleží do značné míry na velikosti samotného čipu. Pokud tedy vlastníte digitální full frame zrcadlovku, zachytí Váš fotoaparát největší možnou plochu s daným poměrem stran (odpovídající přibližně 35,8 x 23,8 mm). V případě, že ale disponujete jeho kompaktnější alternativou, získáte pouze část celého obrazu, právě tak, jak je znázorněno na nákresu výše. Dále si lze při pohledu na obrázek 27 představit neblahý efekt, jakého se fotografovi dostane v případě, že nasadí objektiv určený pro fotoaparáty s APS-C snímačem na full frame fotoaparát. V takovém případě se kruhový obraz procházející objektivem zúží tak, aby odpovídal APS-C poli a nevyplní tedy celou plochu full frame snímače.

Ve článku o ohniskové vzdálenosti byla uvedena rovnice, na které si nyní můžeme demonstrovat, jak přesně tento princip funguje.

$$\text{zorný úhel } [^\circ] = 2 * \arctan \frac{\text{úhlopříčka senzoru } [mm]}{2 * \text{ohnisková vzdálenost objektivu } [mm]}$$

Vezmeme si tedy opět klasické spojení kinofilmu a objektivu s ohniskem 50 mm.

$$46,53 [^\circ] = 2 * \arctan \frac{43 [mm]}{2 * 50 [mm]}$$

Úhel záběru je tedy při použití objektivu o ohniskové vzdálenosti 50 mm u full frame či kinofilmové zrcadlovky 46,53°. Většina digitálních zrcadlovek však disponuje senzorem APS-C o velikosti přibližně 22,5 x 15 mm, z čehož si pomocí Pythagorovy věty můžeme snadno dopočítat úhlopříčku tohoto čipu

$$\sqrt{22,5^2 + 15^2} = 27,04$$

a vypočítat si tedy úhel záběru tohoto fotoaparátu se stejným objektivem, tedy takovým s ohniskovou vzdáleností 50 mm.

$$30,26 [^\circ] = 2 * \arctan \frac{27,04 [mm]}{2 * 50 [mm]}$$

Podle tabulky uvedené v článku o ohniskové vzdálenosti tedy vidíme, že 50mm objektiv nasazený na fotoaparát s APS-C senzorem odpovídá ve výsledku

80mm objektivu u kinofilmu či full frame fotoaparátu. V tuto chvíli je zjevné, že mnohá označení objektivů za standardní či portrétní mohou být zcestná a zcela bezpředmětná.

Obzvláště důležité je dávat pozor při výběru fotoaparátu s menším senzorem, tedy u kompaktních digitálních fotoaparátů a velmi oblíbených ultrazoomů, které právě z vysokého crop factoru nejvíce těží.

Jako příklad si vezmeme velice oblíbený Panasonic Lumix FZ38 s čipem o udávané velikosti 1/2,33". Po přepočítání této, v palcích udávané, hodnoty triviální rovnicí

$$\frac{43[mm]}{2,54 * 2,33[inch]} = 7,36[mm]$$

získáme úhlopříčku senzoru 7,36 mm. Reálné ohnisko optiky tohoto fotoaparátu začíná na 4,8 mm a výrobce uvádí hodnotu 27 mm coby přepočet na kinofilm. Po dosazení výpočtů do úvodního vzorce:

$$74,95[^\circ] = 2 * \arctan \frac{7,36[mm]}{2 * 4,8[mm]}$$

vidíme, že úhel záběru je 74,98° neboli 74° 57' 8,49", což je ve výsledku jen o maličko méně než jakým zorným polem disponuje kinofilm s objektivem o ohnisku 28 mm.

Samotné číslo crop factoru, se kterým se může člověk často setkat je tedy poměr velikosti úhlopříčky mezi daným senzorem a filmovým polem. Často používaný formát APS-C má tedy crop factor 1,6, jelikož po vynásobení úhlopříčky tohoto senzoru (27 mm) crop factorem (1,6) získáme známých 43 mm, představujících úhlopříčku full frame snímáče. Samotná hodnota crop factoru se tedy počítá následovně:

$$\frac{43[mm]}{\text{úhlopříčka senzoru našeho fotoaparátu}[mm]} = \text{crop factor}$$

v případě APS-C má pak tuto podobu:

$$\frac{43[mm]}{27[mm]}=1,59$$

a v případě výše uvedeného ultrazoomu dosahuje dokonce hodnoty 5,8.

Při výběru objektivu je tedy důležité vzít v potaz i velikost senzoru, který bude obraz ve fotoaparátu snímat. Z výše uvedených výpočtů si lze například odvodit, že pokud budete chtít dosáhnout stejných podmínek jak na analogové, tak na digitální zrcadlovce se senzorem APS-C, bude alternativou ke kinofilmu s objektivem o ohniskové vzdálenosti 50 mm objektiv s ohniskem okolo 32 mm. 50mm objektiv se nám totiž na fotoaparátu s crop factorem 1,6 přetvoří ze standardního objektivu na portrétní s ohniskem 80 mm.

Nejsnazší metodou, jak vypočítat při výběru objektivu výslednou ohniskovou vzdálenost je prosté vynásobení ohniska objektivu crop factorem. To je možné si snadno ověřit na rovnici, kterou lze považovat i za kontrolu většiny výše uvedených výpočtů a tedy: $50 * 1,6 = 80$

3 Technologie využité ke tvorbě webové aplikace

Většina institucí se v dnešní době, která staví internet a sociální sítě do velice výhodné pozice, neobejde bez vlastních webových prezentací. Vzhledem k tomu, jak rozšířené internetové technologie jsou a jak dostupný a populární je internet ve vyspělých zemích, existuje i vyčerpávající řada technologií, jakými lze prvky těchto webových stránek a prezentací vytvářet.

V rámci bakalářské práce jsem se rozhodl pro využití open source softwaru v takové míře, do jaké nebude nijak závažně omezeno mé uživatelské pohodlí či ohrožena výsledná kvalita celé práce. Z průběhu celé práce se ale zdá, že nebude v žádné fázi potřeba komerčních alternativ využívaného softwarového vybavení.

Veškerá práce probíhala v Linuxovém prostředí, konkrétně na distribucích Ubuntu 10.04 a 11.04 a Mint 10. Ke vzniku papírové podoby této práce a jednotlivých nákrešů posloužil software OpenOffice s hravým označením 3.2.1, jehož součástí byl i kreslicí program OpenOffice Draw, určený pro práci s vektorovou grafikou. Tento nástroj se ukázal být velice kvalitním a přestože je zdarma, tak se rozhodně neztrácí mezi svou komerční konkurencí. Právě v OpenOffice Draw vznikala značná část ilustrací sloužících jako podkladové ilustrace k jednotlivým kapitolám. Při tvorbě webové části se osvědčil, z mého pohledu vynikající, editor Bluefish ve verzi 2.0.1. Právě v prostředí programu Bluefish se odehrálo veškeré kódování a to v jazycích XHTML, CSS a PHP. Drobné skripty jsou prováděny i pomocí JavaScriptu, ale vzhledem k faktu, že právě JavaScript je možno bez nejmenších problémů v libovolném prohlížeči vypnout (například z bezpečnostních důvodů) a veškerá práce v tomto jazyce pak přijde vniveč, bylo použití tohoto jazyka omezeno na naprosté minimum.

Testování probíhalo za pomoci LAMPu, tedy sady svobodného softwaru používaného jako platforma pro implementaci dynamických webových stránek.¹³

¹³ LAMP. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 15. 11. 2006, last modified on 12. 12. 2010 [cit. 2011-06-09]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/LAMP>>.

LAMP je zkratka označující technologie: Linux (operační systém), Apache (webový server), MySQL (databázový systém) a PHP (skriptovací jazyk). Jazyk PHP je totiž interpretován na straně serveru a nikoliv na straně uživatele a není tedy možné vidět výsledky své práce bez reálného či virtuálního serveru.

Komentáře návštěvníků jsou ukládány do MySQL databáze prostřednictvím připravené aplikace pro zpětnou vazbu, která je k dispozici pod každým článkem. Prostřednictvím tlačítka Facebook Like je také možno jedním kliknutím myši odkázat své virtuální přátele ze sociální sítě Facebook na libovolný z publikovaných článků.

Závěr

V průběhu celé práce jsem se několikrát dostal do bodu, kdy se zdálo, že se mi nikdy nepodaří dosáhnout smysluplného konce. V takových chvílích jsem vždy přemýšlel, jak celou práci dokončit tak, aby každá kapitola měla své místo a aby bylo obsaženo vše, co bych si přál zmínit. Tak, abych mohl s čistým svědomím říci, že se jedná o práci hotovou. Každým dnem jsem si ale stále více uvědomoval, že úplně hotovo nebude nikdy. Ne v případě webové aplikace.

Snažil jsem se, aby veškeré, zde uvedené, články měly mezi ostatními své místo a aby se jednalo o práci ucelenou ale i srozumitelnou a poučnou pro začínající i pokročilé fotografy. V žádném případě nebylo cílem pronikat do nejmenších detailů uvedených principů, ale spíše uvést čtenáře do celé problematiky a poskytnout mu solidní základy pro pochopení fungování digitálního fotoaparátu.

Výsledná aplikace je k dispozici na webové adrese www.hlavsas.net/digifoto/, kam byly jednotlivé články vkládány v průběhu práce a získaná zpětná vazba byla zohledněna již ve zde uvedené podobě. Jak jsem zmínil na předchozích řádcích, práce na této webové aplikaci nebude nikdy zcela dokončená, jelikož existuje mnoho principů, které si zaslouží zmínit a rozebrat, ale nebylo pro ně v této práci místo. S každým dalším článkem by totiž vystávaly nové otázky k zodpovězení a nebylo by možné práci dokončit v rozumném rozsahu a časovém horizontu. Z uvedených důvodů jsem se tedy rozhodl tuto původní práci uzavřít v této konkrétní podobě.

Vývoj digitálních technologií rozhodně neustane a objeví se i techniky a technologie nové. Jelikož nechci aby se tato nově vzniklá aplikace časem začala podobat mnoha, kterým jsem v první části této práce vytýkal jejich předkládání neaktuálních informací, budou nutné aktualizace i nové články. Již v tuto chvíli mám mnoho nápadů na další články a praktické ukázky a rozhodně je plánuji v nadcházejících týdnech a měsících realizovat.

Použitá literatura

FREEMAN, Michael. *Průvodce světem digitální fotografie*. První české vydání. Praha : Svojtka & Co., 2004. 224 s. ISBN 80-7237-962-3.

HENNINGES, Heiner. *Nová základní škola fotografie*. Vydání první. Praha : Euromedia Group, 2002. 96 s. ISBN 80-242-0769-9.

NEFF, Ondřej. *Digitální fotografie polopatě*. Třetí vydání. Praha : IDIF - Institut digitální fotografie, 2009. 286 s. ISBN 987-80-87155-04-2.

PINĎÁK, Miroslav. *Fototechnika*. 2. vydání. Olomouc : Rubico, 2001. 277 s. ISBN 80-85839-68-7.

Studio Imago. *Digitální fotografie pro pokročilé*. 1. vydání. Dobřejovice : Rebo Productions, 2006. 175 s. ISBN 80-7234-506-0.

Použité zdroje

DFklub : klub klasické i digitální fotografie [online]. 2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.dfklub.cz>.

Digineff : webová stránka o digitální fotografii [online]. 2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.digineff.cz>.

Digiarena [online]. 2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <<http://digiarena.e15.cz/>>.

Digimanie [online]. 2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.digimanie.cz/>>.

Digitál pod lupou [online]. 2011 [cit. 2011-06-09]. Dostupné z WWW: <http://www.azfoto.cz/informace/digital_pod_lupou>.

FotoAparát.cz : rádce fotografa [online]. 2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.fotoaparat.cz>.

Fotografovani.cz : Digitální fotografie v praxi [online]. 2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.fotografovani.cz>.

Four Thirds [online]. 2011 [cit. 2011-05-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.four-thirds.org/>>.

FotoRoman : Roman Pihan photography page - fotografie a fototechniky [online]. c2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.fotoroman.cz>.

Grafika on-line : denní zpravodajství ze světa grafiky, polygrafie a digitální fotografie [online]. 2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.grafika.cz>.

Institut digitální fotografie s.r.o. [online]. c2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.idif.cz>.

Computer Graphics at Stanford University [online]. 2010, 11. 1. 2011 [cit. 2011-06-14]. Autofocus: phase detection. Dostupné z WWW: <<http://graphics.stanford.edu/courses/cs178/applets/autofocusPD.html>>.

Megapixel.cz : Centrum digitální fotografie [online]. 2001 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.megapixel.cz>.

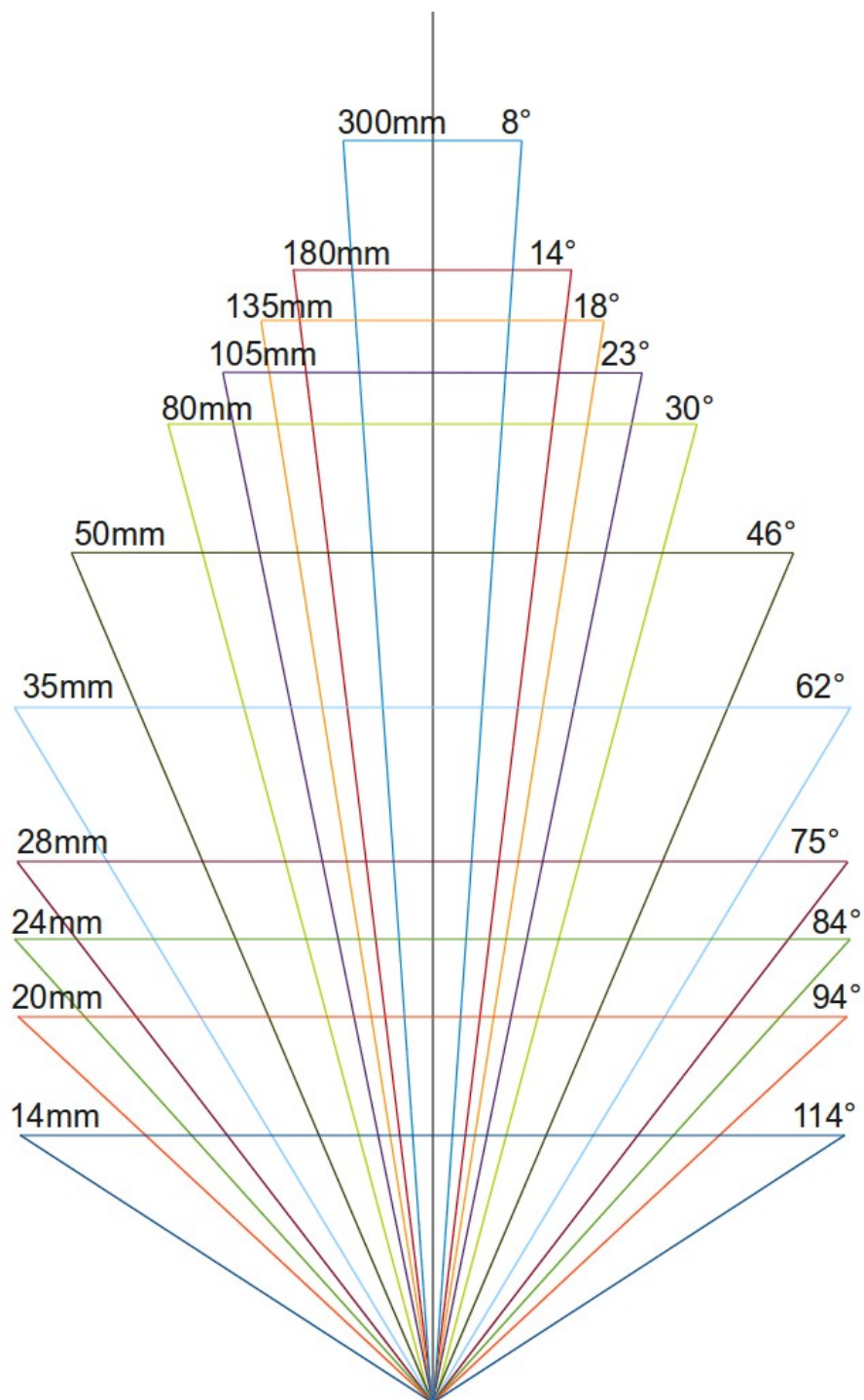
Olympus: 4/3 technologie [online]. 2011 [cit. 2011-05-22]. Dostupné z WWW: <www.olympus.cz/consumer/21693_7045.htm>.

PALADIX : foto-on-line [online]. c2011 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <www.paladix.cz>.

The Digital Picture : Canon and Nikon News [online]. 2011 [cit. 2011-05-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.the-digital-picture.com/>>.

Přílohy

Příloha ke kapitole 2.1.1



Obrázek 28: porovnání ohniskových vzdáleností a úhlů záběru

Přílohy ke kapitole 2.1.2.3



Obrázek 29: Tilt - naklonění optiky objektivu, které vede k naklonění roviny ostrosti; Zdroj: the-digital-picture.com



Obrázek 30: Shift - posunutí optiky objektivu, které vede k upravování sbíhajících se linií fotografie, případně k bezešvým panoramatickým fotografiím; Zdroj: the-digital-picture.com

Přílohy ke kapitole 2.1.3.1

Olympus E-5 se systémem 4/3



Obrázek 31: Zdroj:
http://www.ifotovideo.cz/rubriky/foto/zrcadlovky/novy-olympus-e-5_3412.html

Olympus PEN E-PL2 se systémem micro 4/3



Obrázek 32: Zdroj:
<http://www.digicamreview.com/2011/01/olympus-pen-e-pl2-m43rds-announced.html>

Canon EOS 5D Mark II s full frame snímačem a systémem Canon EF



Obrázek 33: Zdroj: <http://eshop.fotolab.cz/product/digit-ln-zrcadlovky/canon/canon-eos-5d-mark-ii-t-lo/>

Canon EOS 7D s APS-C snímačem a systémem Canon EF-S



Obrázek 34: Zdroj:
http://www.rythercamera.com/catalog/product_info.php?cPath=64_1484_757_1207&products_id=29229

Pentax K10D se systémem K_{AF2}



Obrázek 35: Zdroj:
http://www.fotografovani.cz/art/nov_df_am/pentax-K10D-p.html

Sony Alpha 700 se systémem Sony AF a APS-C snímačem



Obrázek 36: Zdroj: <http://www.b000vpyso.co.cc/>

Nikon D700 se systémem Nikon F FX, tedy full frame snímačem



Obrázek 37: Zdroj: www.ormsdirect.co.za/nikon-d700-slr-digital-camera

Nikon D40 se systémem Nikon F DX, tedy snímačem APS-C



Obrázek 38: Zdroj: <http://www.aaron.cz/produkty/nikon-d40-black-body-a/prislusenstvi?kategorie=popruhy-a-poutka>



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Katedra informačních technologií a technické výchovy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

akademický rok 2009/2010

Jméno a příjmení studenta: **Vojtěch Hlavsa**

Studijní program: **B7507 Specializace v pedagogice**

Studijní obor: **Informační technologie se zaměřením na vzdělávání**

Název tématu práce v českém jazyce:

Webové stránky pro podporu výuky principů digitální fotografie

Název tématu práce v anglickém jazyce:

Web based application for learning digital photography principles

Pokyny pro vypracování:

- Zmapovat dostupné zdroje na internetu zabývající se principy digitální fotografie
- Na základě mapování vybrat principy vhodné pro zpracování na webu
- Teoreticky rozpracovat vybrané principy
- Seznámit se s dostupnými technologiemi pro vývoj interaktivních a dynamických prvků webových stránek
- Zpracovat vhodné demonstrační ukázky vybraných principů interaktivní formou
- Sestavit webové stránky předkládající vybrané principy a navržené interaktivní objekty
- Získat zpětnou vazbu a náměty k dalšímu rozšíření

Vedoucí bakalářské práce: **PhDr. Josef Procházka, Ph.D.**

Předpokládaný rozsah bakalářské práce¹: **40**

Datum zadání práce: **18.3.2010**

Předběžný termín odevzdání práce: **10.5.2011**

Práce se odevzdává ve dvou knihařsky svázaných exemplářích v pevných deskách. Současně se odevzdává jeden její stejnopis na nepřepisovatelném nosiči dat (CD, DVD).

V Praze dne:

.....
doc. PhDr. Vladimír Rambousek, CSc.
vedoucí katedry

¹ Minimální rozsah bakalářské práce činí standardně 40 normostran (72 000 znaků vč. mezer) vlastního textu.